

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Московский государственный технический университет  
им. Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Калужский филиал МГТУ имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»

# **НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРО- И МАШИНОСТРОЕНИИ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВУЗЕ**

**Материалы  
Региональной научно-технической конференции**

**Том 2**



УДК 378:001.891  
ББК 74.58:72  
НЗ4

**Руководитель конференции:**

*С.А. Кусачева* (председатель совета по НИР студентов и аспирантов,  
к.б.н., доцент)

**Руководители направлений:**

*Ю.Н. Лавренков* (ф-т ИУК, к.т.н., доцент),  
*В.В. Калмыков* (ф-т МК, ст. преподаватель)

**Руководители секций:**

<i>Андреев В.В.</i> д.т.н., профессор	<i>Корнюшин Ю.П.</i> д.т.н., профессор
<i>Шаталов В.К.</i> д.т.н., профессор	<i>Перерва О.Л.</i> д.э.н., профессор
<i>Лаврентьева Г.В.</i> д.б.н., профессор	<i>Мазин А.В.</i> д.т.н., доцент
<i>Рамазанов А.К.</i> к.ф-м.н., доцент	<i>Мельников Д.В.</i> к.т.н., доцент
<i>Бирюкова Е.А.</i> к.филос.н., доцент	<i>Анфилов К.Л.</i> к.х.н., доцент
<i>Мальшев Е.Н.</i> к.т.н., доцент	<i>Пономарев А.И.</i> к.т.н., доцент
<i>Анкудинов А.А.</i> к.т.н., доцент	<i>Шубин А.А.</i> к.т.н., доцент
<i>Максимов А.В.</i> к.т.н., доцент	<i>Пащенко В.Н.</i> к.т.н., доцент
<i>Сломинская Е.Н.</i> к.т.н., доцент	<i>Орлик Г.В.</i> к.т.н., доцент
<i>Жинов А.А.</i> к.т.н., доцент	<i>Кусачева С.А.</i> к.б.н., доцент

НЗ4 **Научное оборудование и машиностроение и развитие инновационной деятельности в вузе:** материалы региональной научно-технической конференции, 18 – 20 апреля 2023 г. Т. 2. –Калуга: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023. –368 с.

В сборнике материалов Региональной научно-технической конференции представлены результаты научных исследований, выполненных учеными в течение ряда лет. Систематизированы материалы различных научных школ. Результатами научных исследований являются новые методы, вносящие вклад в развитие теории, а также прикладные задачи, воплощенные в конструкции и материалы.

УДК 378:001.891  
ББК 74.58:72

© Коллектив авторов, 2023  
© Калужский филиал МГТУ  
им. Н. Э. Баумана, 2023  
© Издательство МГТУ  
им. Н. Э. Баумана, 2023

## **СЕКЦИЯ 9.**

**ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ  
ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ,  
ДОРОЖНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ**

## РАСЧЁТ КЛЕЩЕВОГО ЗАХВАТА СТРИППЕРНОГО КРАНА

*Производство стали основано на использовании специальных стрипперных кранов, универсальность которых влияет на производительность металлургического предприятия. Универсальность таких кранов во многом зависит от параметров клещевого захвата. Анализ силовых факторов рычажной системы захватов крана позволит определить основные факторы повышения универсальности этих захватов в целом.*

**Ключевые слова:** оптимизация клещевого захвата специального металлургического крана мостового типа

В связи с возрастающим санкционным давлением на российскую федерацию со стороны стран-экспортеров металлургического оборудования, актуальным становится вопрос импортозамещения и наращивания производственных возможностей внутри страны. Поскольку краны для разведения слитков (стрипперные краны) является металлургической машиной высокой ответственности, важности и при этом высокой конструкторской сложности, их производство является единичным. Краны данного типа также, зачастую, проектируются под захват груза определённой конфигурации (слитки блюминговые, слябинговые и т.д.), который обуславливает проектирование специализированного грузозахватного органа. Основными грузозахватными органами крана является пара клещей, рабочая поверхность которых зависит от конфигурации груза. Грузом, с которым работает стрипперный кран является изложница, с находящимся в ней стальным слитком. Форма изложница зависит от типа слитка, который, в свою очередь, зависит от способа производства стали [1, 3].

Для того, чтобы сделать стрипперный кран более универсальной машиной, перспективным решением предлагается спроектировать клещевой захват универсальной конструкции, для выполнения металлургических операций над грузами с разной конфигурацией поверхности и габаритными характеристиками. Клещевой захват, способный оперировать над изложницами разных форм (по высоте и ширине), позволит совместить несколько типов производства стали на одном металлургическом заводе, что в свою очередь приведёт к увеличению производственных возможностей предприятия.

Типовой металлургический клещевой захват представляет собой рычажный механизм, захват и удержание груза происходит за счёт собственной массы груза и клещей. Особенностью крана для разведения мартеновских слитков является конструкция его грузозахватного органа – пары клещевых захватов, одни из которых называют большими клещами, а вторые – малыми, которые довольно подробно описаны в работе [4]. Следует отметить, что большие и малые клещи имеют специальную рычажную системы, через которую происходит управление клещами от одного барабана, являющегося единым для механизма подъёма клещей и механизма их замыкания и размыкания. Таким образом, уни-

версальность клещевого захвата стрипперного крана нужно добиваться на стадии проектирования механизма выталкивания крана.

Опираясь на описание клещей стрипперного крана, приведенных в работах [4,5] была разработана расчётная схема больших и малых клещей. (рис. 1). Здесь,  $P$  – усилие, развиваемое механизмом замыкания клещей или посредством механизма выталкивания (в зависимости от технологического процесса, выполняемого краном),  $a$  – смещение точки крепления коромысла рычажной системы относительно крепления больших клещей,  $F_B, F_{тр}, F_{сж}$  – усилие в звене, сила трения между клещевиной и слитком и сила замыкания клещей, соответственно;  $h_1, h_2, h_3$  – плечи сил.

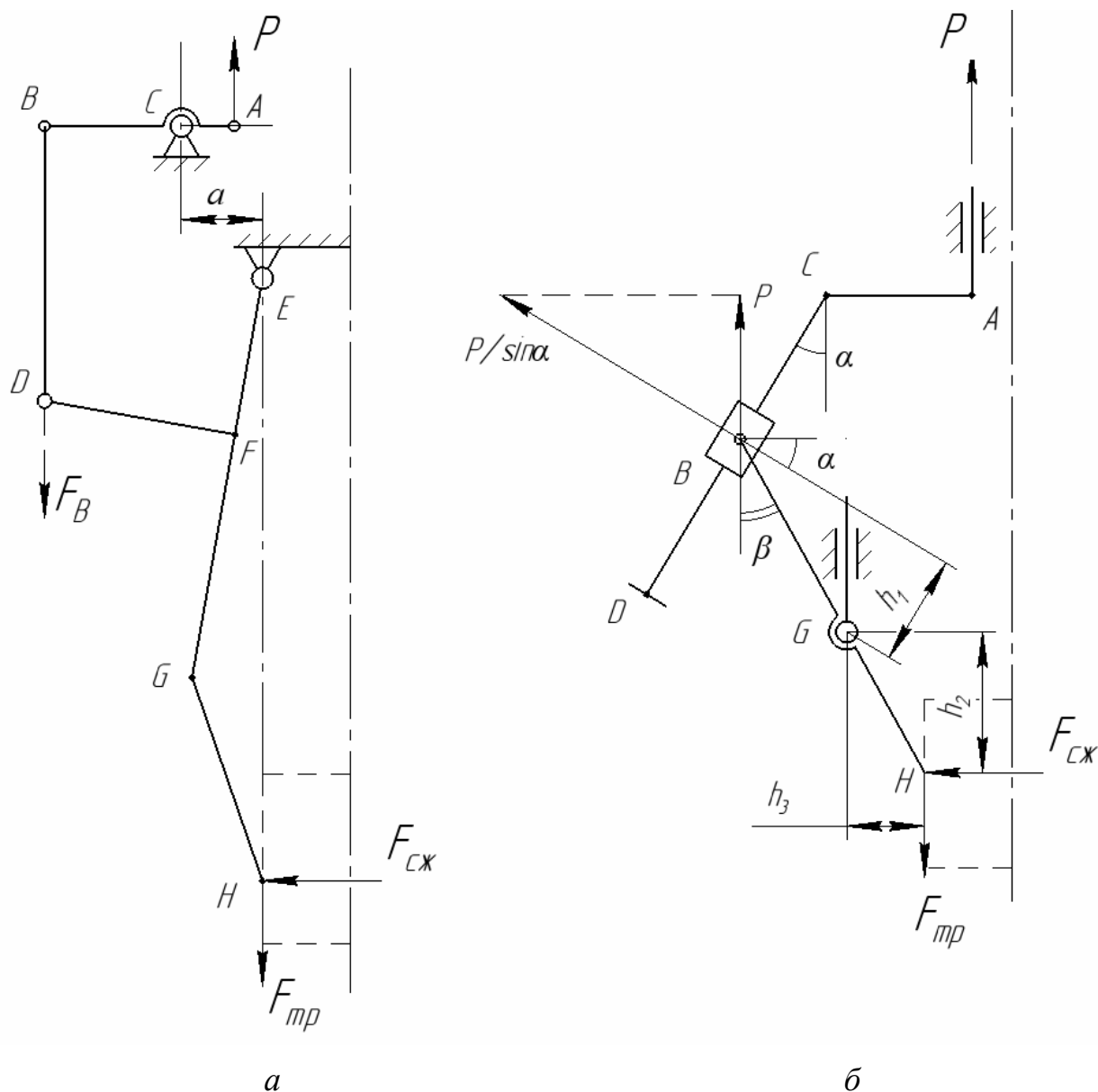


Рис. 1. Расчётная схема больших (а) и малых (б) клещей стрипперного крана

Используя принципы теории машин и механизмов, был проведен силовой расчёт больших и малых клещей (см. рис. 1). Была получена зависимость сжи-

мающего усилия клещевин от геометрии рычажной системы клещевого захвата. Для больших клещей формула имеет вид:

$$F_{сж} = \frac{P \cdot CA \cdot (CB + a)}{CB \cdot EH}. \quad (1)$$

Для малых клещей:

$$F_{сж} = \frac{P(BG \cdot \cos(\alpha + \beta) / \sin \alpha - 0,5 \cdot GH \cdot \sin \beta)}{GH \cdot \cos \beta}, \quad (2)$$

где  $\alpha, \beta$  – углы наклона элементов рычажной системы малых клещей.

Анализ формул (1) и (2) показывает, что в случае больших клещей изменение усилия захвата слитка является линейным, в то время как для малых клещей, за счёт их особенностей подвеса – нелинейным. Для универсальности больших клещей большую роль играет значение величины  $EH$  (см. рис. 1) – косвенно определяющей форму и длину большой клещевины. Чем больше значение  $EH$ , тем с большим типоразмером слитков может выполнять операции большой клещевой захват. Для дальнейших исследований малых клещей интерес представляет длина клещевины  $BH$ , поскольку расположение шарнира  $G$  и углы наклона  $\alpha$  и  $\beta$  элементов могут в значительной степени оказать влияние на усилия в элементах малых клещей и универсальность их применения.

### **Заключение**

В статье приведена расчётная силовая схема рычажных механизмов клещевых захватов стрипперного крана. Было показано, что универсальность клещевого захвата стрипперного крана во многом зависит от длины больших и малых клещевин. Получены формулы для оценки усилия сжатия слитка в зависимости от усилия замыкания, подводимого к клещевому захвату.

### **Список литературы**

[1] Акулич Н. В. Процессы производства черных и цветных металлов и их сплавов //Гомель.–2008.–270 с. – 2008.

[2] Гребеник В. М., Иванченко Ф.К., Павленко Б.А., Демьянец Л.А., Сапко А.И., Сторожик Д.А. Механическое оборудование металлургических заводов. Механическое оборудование конвертерных и мартеновских цехов: Учебник/–К.: Высш. шк.,1990. – 288 с.: ил.

[3] Шипельников А. А., Бобылева Н. А. Моделирование стального слитка рациональной конструкции и массы. – 2020

[4] Кобзев, А.П. Специальные краны [Текст]: учебное пособие / А.П. Кобзев, Р.А. Кобзев. – Старый Оскол: ТНТ, 2014 – 472 с. (СР 1.3, СР 3.2)

[5] Петухов П. З. Специальные краны. Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование». – 1985.

**Виноградов Никита Сергеевич** – студент МК9-102 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. АО "КалугаПутьМаш". E-mail: vinogradovns@student.bmstu.ru

**Мокин Дмитрий Геннадьевич** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail:  
mdg-80@yandex.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИМПУЛЬСНОГО ГИДРОПРИВОДА ПОДЪЕМА ГРУЗА

*Области применения гидроприводов напрямую связаны с их преимуществами и недостатками. Малый вес при большой мощности имеет решающее значение на любой мобильной технике: от кораблей и самолётов до автомобилей, строительной-дорожной, грузоподъемной техники, в том числе и грузоподъемных кранах. В статье авторы рассматривают возможность реализации импульсного привода, в сочетании с функцией механической рекуперации энергии, применительно к гидравлическому приводу механизма подъема крана.*

**Ключевые слова:** *привод, объемный гидропривод, импульсный привод, рекуперация, механизм подъема.*

**Описание привода.** Объемный гидропривод включает в себя: источник энергии (гидравлический насос и гидроаккумулятор), гидравлический двигатель, рекуператор, различные устройства, предназначенные для передачи энергии от приводящего двигателя к звеньям грузоподъемного механизма.

Главным преимуществом гидропривода является его большая мощность в расчете на единицу собственного веса или, как говорят, большая удельная мощность. Для типовых гидродвигателей этот показатель в 5-10 раз больше, чем для типовых электродвигателей [1].

Гидропривод имеет высокие энергетические показатели, надежен, долговечен, хорошо сочетается с электронными средствами управления.

Другое важнейшее преимущество гидропривода – регулируемость скорости гидродвигателя в широком диапазоне, в том числе и осуществление реверса [2].

Особенностью использования гидропривода в механизме подъема груза, является необходимость выполнения условия:

$$M_{zm} > \gamma_G \cdot M_G \quad (1)$$

где  $M_G = \frac{Gr_{\delta}}{i_M \eta_M} 10^{-3}$  [Н·м] – приведенный к валу гидромотора грузовой момент;

$M_{zm} = \frac{V_{0zm} \Delta p_{zm \max} \eta_{zm}}{2\pi} 10^{-3}$  [Н·м] – момент гидромотора [3]; G – вес груза;  $\gamma_G$  –

коэффициент надежности по весу груза;  $r_{\delta}$  – радиус грузового барабана, [мм];  $i_M$  – передаточное число механической передачи;  $V_{0zm}$  – объем гидромотора, [мм<sup>3</sup>];  $\eta_{zm}, \eta_M$  – КПД гидромотора и механической передачи включая канатную систему, соответственно.

Выполнение этого условия на всех режимах работы гидропривода, обеспечивается использованием в гидроприводе гидромотора постоянного объема.

При этом в режиме равномерного подъема груза с номинальной скоростью необходимо соблюдение условия:



$$M_{zm} = M_G \quad (2)$$

Данное равенство может быть обеспечено системой дроссельного регулирования с «постоянным давлением»  $\Delta p_{zm \max}$  в зависимости от веса груза  $G$ , который с учетом (1) имеет вид:

$$\Delta p_{zm} = \frac{2\pi r_b G}{V_{0zm} i_m \eta_{zm} \eta_M} [\text{МПа}] \quad (3)$$

Для гидроприводов с «постоянным давлением» характерно наличие переливного гидроклапана, который поддерживает в гидрролинии постоянное давление путем непрерывного слива рабочей жидкости. Это приведет к значительному снижению КПД привода, который составляет [3]:

$$\eta_{zn} \approx 0,385\eta_{zm}.$$

Альтернативой гидропривода с дроссельным регулированием является предлагаемый авторами импульсный гидропривод с механическим рекуператором энергии. Регулирование такого привода обеспечивается частотой чередования рабочих импульсов движущего момента гидромотора.

Время работы механизма подъема крана занимает лишь часть в его характерном технологическом цикле (далее ХТЦ). Циклограмма ленточного типа (без совмещения операций) представлена на рис.1.

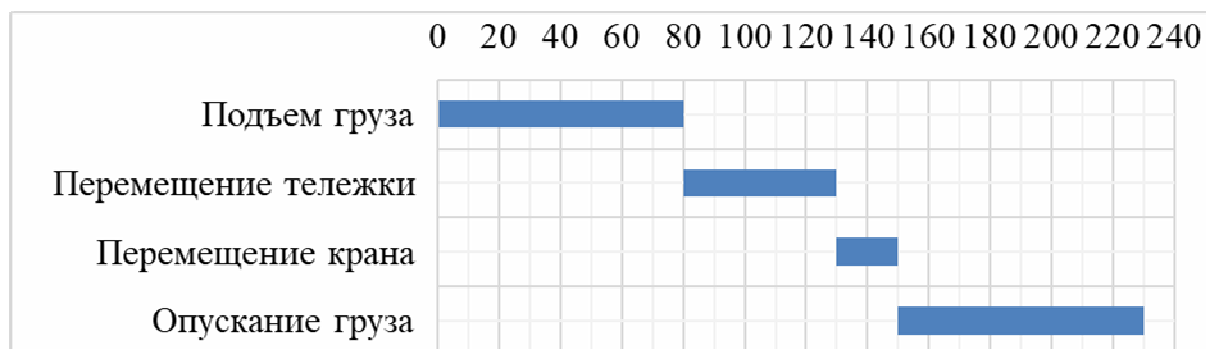


Рис.1. Циклограмма работы крана

Кроме того, так же стоит учесть режим работы крана (ЗМ) (рис.2 по данным ВНИИПТМАШа [1, 2]), благодаря которому можно утверждать, что в большинстве циклов нагружений (60%) кран не будет поднимать максимально допустимый груз, из-за чего аккумулируемая энергия не будет расходоваться полностью.

Если в системе с импульсным гидроприводом в качестве источника энергии применить гидроаккумуляторы, то даже в пределах ХТЦ часть его времени может быть использована на их зарядку. Кроме того, зарядка аккумуляторов может выполняться в период ожидания ХТЦ, а при опускании груза, при котором гидромотор работает в режиме гидронасоса, может быть включен режим гидравлической рекуперации энергии.

Необратимые потери, возникающие в системе импульсного гидропривода, компенсируются внешним источником небольшой мощности, не более 10% мощности привода, состоящим из вспомогательного гидронасоса постоянного объема с электроприводом.

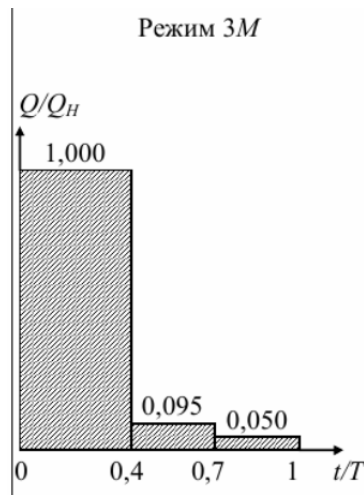


Рис. 2. График нагрузок механизма подъема крана

Исходными параметрами при проектировании привода являются:  $G_{\max}$  – грузоподъемность крана;  $\Delta p_{2M \max}$  – максимальное рабочее давление, ограниченное возможным уровнем зарядки аккумуляторов. При этом объем гидромотора, с учетом (3), определяется из соотношения:

$$V_{02M} = \frac{2\pi r_o k_V}{i_M} \left( \frac{G_{\max} \gamma_G}{\Delta p_{2M \max} \eta_{2M}} \right), \text{ или } V_{02M} = \frac{v_{G \max} k_V}{n_{об \max}} \left( \frac{G_{\max} \gamma_G}{\Delta p_{2M \max} \eta_{2M}} \right) 10^3, \quad (4)$$

где  $v_G$  – скорость подъема груза, м/с;  $n_{об}$  – скорость вращения вала двигателя, об/с;  $k_V$  – коэффициент запаса;  $r_o = \frac{i_M v_{G \max}}{2\pi n_{об \max}} 10^3$  [мм].

Гидравлическая схема привода представлена на рис. 3. Представленная схема содержит следующие элементы: 1 – вспомогательный гидронасос; 2 – клапан обратный; 3 – гидроаккумуляторы; 4 – распределитель 3-х линейный двухпозиционный с электромагнитным управлением и пружинным возвратом; 5 – гидромотор; 6 – клапан напорный (предохранительный); 7 – бак с атмосферным давлением; 8 – фильтр.

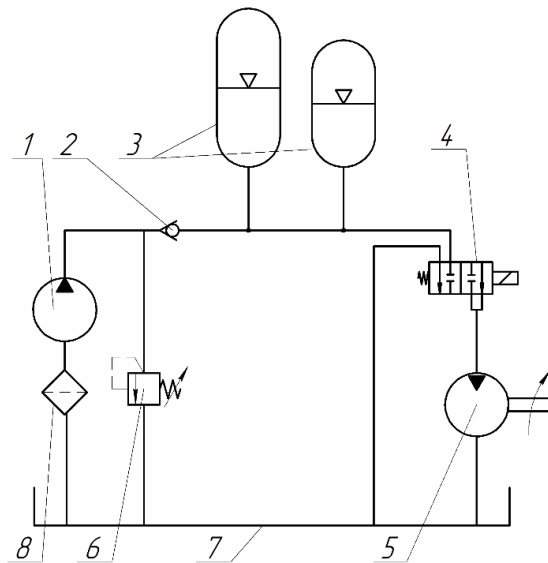


Рис. 3. Схема гидравлического привода

Приведенная схема механизма подъема представлена на рис. 4 и содержит: электродвигатель, к валу которого приводятся моменты инерции механизма подъема ( $J_{м.п.}^{np}$ ) и маховика ( $J_{махов}^{np}$ ); указаны параметры приведенной схемы: момент двигателя ( $M_{дв}$ ), грузовой момент ( $M_G$ ), угловые скорости вала двигателя и грузового барабана ( $\omega_{дв}$  и  $\omega_{б}$ , соответственно).

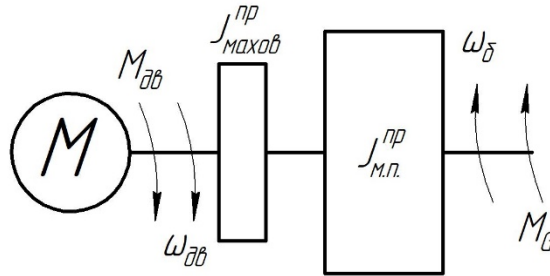


Рис. 4. Приведенная схема механизма подъема груза

**Анализ движения груза.** Импульс движущего момента гидравлического привода (ИГП) определяется соотношением:

$$J = M_{np} \Delta t, \quad (5)$$

где  $\Delta t$  – промежуток времени.

В перемещение груза рассматриваем две фазы: 1– равноускоренное перемещение внутри промежутка  $\Delta t_1$ ; 2– равнозамедленное движение внутри промежутка  $\Delta t_2$ .

Фаза 1. Движущий момент в промежуток  $\Delta t_1$ :

$$\Delta M = M_{дв}(\omega) - M_r(\omega) - M_{npG} \quad (6)$$

где  $M_r(\omega) = I_r \frac{\Delta \omega}{2 \Delta t}$  – статический момент рекуператора;  $M_{npG}$  – приведенный статический момент груза;  $I_r$  – момент инерции рекуператора.

Приращение угловой скорости за промежуток  $\Delta t_1$

$$v_{G \min} \rightarrow v_{G \max}; \Delta \omega_1 = \frac{M_{дв} - M_G}{2I_r} \Delta t_1, \quad \text{или} \quad \Delta t_1 = \frac{2I_r}{M_{дв} - M_G} \Delta \omega_1 \quad (7)$$

Фаза 2.

Движущий момент в промежуток  $\Delta t_1$ :

$$\Delta M = M_r(\omega) - M_G \quad (8)$$

Приращение угловой скорости примет вид:

$$v_{G \max} \rightarrow v_{G \min}; \Delta \omega_2 = -\frac{M_G}{2I_r} \Delta t_2, \quad \text{или} \quad \Delta t_2 = -\frac{2I_r}{M_G} \Delta \omega_2 \quad (9)$$

**Условия перехода фаз:** от фазы 1 к фазе 2,  $\omega_t > \omega_{\max}$ ; от фазы 2 к фазе 1,  $\omega_t < \omega_{\min}$

Применяя формулы (4),(6)–(9) к механизму подъема груза, при  $\gamma_G = 1.3$ ,  $G = 80 \text{ кН}$ ,  $n_{об} = 66,7 \text{ об/с}$ ,  $\Delta\omega_{1,2} = 210 \text{ с}^{-1}$ ,  $v_{\max} = 0,2 \text{ м/с}$ ,  $v_{\min} = 0,1 \text{ м/с}$ ,  $i_M = 400$ ,  $k_r = 1,2$ , получаем результаты, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

### Рассчитанные параметры

$\Delta p_{\text{гм max}}$ , МПа	$I_r, \text{ кг} \cdot \text{ м}^2$	$V_{0\text{гм}}, \text{ см}^3$	$t_1, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$	$\Delta p_{\text{гм max}}$ , МПа	$I_r, \text{ кг} \cdot \text{ м}^2$	$V_{0\text{гм}}, \text{ см}^3$	$t_1, \text{ с}$	$t_2, \text{ с}$
$G = 80 \text{ кН}$					$G = 40 \text{ кН}$				
32	0,3	12	8,4	3,15	32	0,3	12	3,6	6,3
32	0,5	12	14	5,25	32	0,5	12	6	10,5
32	0,3	14	5,25	3,15	32	0,3	14	2,25	6,3
32	0,5	14	8,75	5,25	32	0,5	14	3,75	10,5

### Заключение

Обосновано применение гидравлического импульсного привода в механизме подъема и указаны его преимущества по сравнению с гидравлическим приводом с дроссельным регулированием. Приведены результаты расчета основных параметров и процесса движения груза при рассматриваемом типе привода.

### Список литературы

- [1] Даршт, Я.А. Гидропривод и средства автоматизации [Текст]: учеб. пособие / Я.А. Даршт. – Ковров: ФГБОУ ВПО «КГТА им. В.А. Дегтярева», 2012. – 108 с.
- [2] Расчеты крановых механизмов и их деталей подъемно-транспортных машин [Текст] / Всесоюз. науч.-исслед. ин-т подъемно-трансп. машиностроения ВНИИПТМаш : в 2-ух томах. Т. 1 – 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машгиз, 1993. - 187 с.
- [3] Никитин О. Ф. Гидравлика и гидропневмопривод: учеб. пособие / О. Ф. Никитин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. 414, [2] с. : ил.
- [4] Герасимов С.В., Долотов А.М., Кулаков Ю.Н.. Краткий справочник для расчета грузоподъемных машин. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009 – 103 с.

**Баранов Кирилл Александрович** – студент МК9-102 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kir.aaa@yandex.ru

**Заярный Сергей Леонидович** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: tex-nakon@yandex.ru

## ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ПОВОРОТНОЙ ТЕЛЕЖКИ МОСТОВОГО КРАНА НА ОСНОВЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

*Мостовые краны специализируются на обслуживании технологических грузопотоков, совершения погрузочно-разгрузочных операций на промышленных предприятиях. Так же они могут перемещать готовые строительные конструкции в заводских стационарных условиях. Мостовые краны бывают общего и специального назначения. В данной работе будет рассмотрен мостовой кран специального назначения с вращающейся тележкой. Предлагается сравнение стандартной компоновки поворотной тележки с альтернативной на основе методологии экспертной квалиметрии, позволяющей учесть конкретные условия эксплуатации крана, а также снизить затраты на обслуживание крана.*

**Ключевые слова:** поворотная тележка мостового крана, квалиметрическая оценка

Мостовые специальные краны с поворотной тележкой предназначены для выполнения обширного круга задач, в том числе и для транспортировки металлопроката, труб, длинномерных грузов, контейнеров [1]. Главной особенностью таких кранов является автоматизированный поворот грузозахватного органа и груза при помощи поворотной тележки.

К раме тележки приваривается круговой рельс. На этот рельс опирается поворотная часть, состоящая из трех ходовых колес, одно из которых является приводным. На поворотной части находится механизм подъема. Вращение тележки полноповоротное, с неограниченным числом оборотов. Вращение груза может быть соосным и эксцентриковым по отношению к колесу тележки.

Основным и самым главным минусом данной конструкции является повышенный износ колеса и рельса механизма поворота тележки [2]. Из-за большей поверхности прилегания реборд колес к головке рельса, за счет кругового движения, деформируется головка рельса, так же повреждаются и колеса. Это приводит к регулярным заменам колес и рельс, что в свою очередь вызывает простои в производстве.

Альтернативой является конструкция с опорно-поворотным устройством (рис. 1). На раме грузовой тележки 1, установлено опорно-поворотное устройство, состоящее из неподвижной части 2, вращающейся части 3 с приводом 5. На вращающейся части 3 устанавливается механизм подъема 4. Движение тележки происходит за счет механизма передвижения 6.

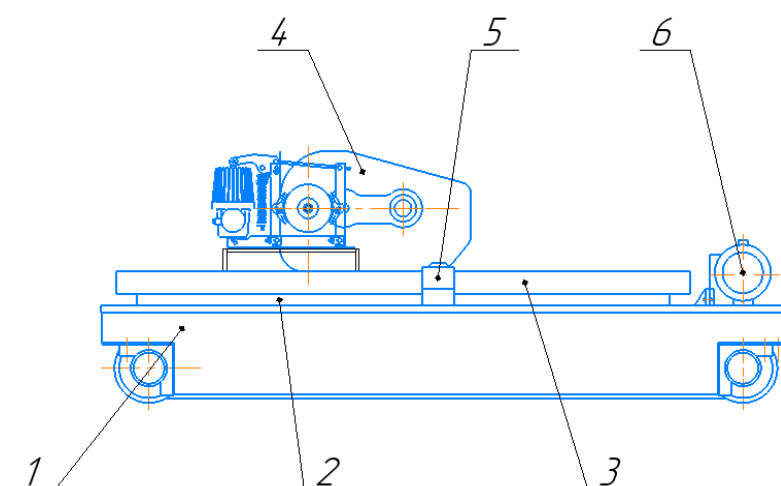


Рис. 1. Тележка мостового крана с опорно-поворотным устройством:  
 1 – рама тележки, 2 – неподвижная часть опорно-поворотного устройства,  
 3 – вращающаяся часть опорно-поворотного устройства, 4 механизм подъема,  
 5 – механизм поворота, 6 – механизм передвижения тележки

В связи с дефицитом необходимых данных, для оценки конструкций поворотных тележек был использован метод экспертной оценки показателей качества и свойств изделия [3]. Для проведения экспертной оценки были привлечены пять экспертов, компетентных в решении поставленной задачи. С помощью опросного листа они определили весомость критериев, по которым сравниваются поворотные тележки.

Каждому эксперту присваивается порядковый номер и выдается опросный лист, где в соответствующей колонке он выставляет баллы от 1 до 5, определяя менее важные и более важные критерии для него. По результатам опроса (рис.2) определяются суммы рангов каждого из объектов экспертной оценки. На основании этих сумм рангов, строится обобщенный ранжированный ряд. Весомость критериев представлена в порядке убывания: износ элементов, затраты на обслуживание, стоимость, габариты, сложность монтажа. По формуле (1) рассчитывается коэффициент весомости критериев.

КРИТЕРИЙ	Оценка				
	Эксперт №1	Эксперт №2	Эксперт №3	Эксперт №4	Эксперт №5
Габариты	3	1	3	4	2
Сложность монтажа	2	2	1	3	2
Стоимость	4	4	5	3	2
Затраты на обслуживание	5	4	5	3	4
Износ элементов	5	5	4	5	4

Рис. 2. Результаты опроса весомости критериев

$$g_i = \frac{\sum_{j=1}^m Q_{ji}}{\sum_{i=1, j=1}^{n, m} Q_{ji}}, \quad (1)$$

где  $n$  – количество экспертов;  $m$  – число оцениваемых показателей;  $Q_{ji}$  – коэффициент весомости  $j$ -го показателя в рангах (баллах), который дал  $i$ -й эксперт.

Далее, по аналогии с первым опросом, с помощью опросного листа эксперты определяли значимость данных критериев в сравниваемых конструкциях тележек. Полученные оценки каждого из членов экспертной комиссии заносим в общие таблицы и находим средние значения по критериям (рис.3). Процентное значение определяем по формуле (2).

КРИТЕРИЙ	Тележка с круговым рельсом					Q <sub>ср</sub>
	Эксперт №1	Эксперт №2	Эксперт №3	Эксперт №4	Эксперт №5	
Габариты	2	2	1	3	2	2
Сложность монтажа	3	3	2	3	4	3
Стоимость	3	3	4	3	3	3,2
Затраты на обслуживание	2	1	2	3	2	2
Износ элементов	1	2	1	1	3	1,6

КРИТЕРИЙ	Тележка с опорно-поворотным устройством					Q <sub>ср</sub>
	Эксперт №1	Эксперт №2	Эксперт №3	Эксперт №4	Эксперт №5	
Габариты	3	3	4	2	3	3
Сложность монтажа	3	3	4	2	4	3,2
Стоимость	2	2	3	3	3	2,6
Затраты на обслуживание	4	4	5	4	4	4,2
Износ элементов	4	5	5	4	4	4,4

Рис.3 Результаты опроса значимости критериев в сравниваемых тележках

$$G = 100\% \times g_i \times Q_i / 5, \% \quad (2)$$

Итоговые результаты представлены в таблицах (рис. 4), по которым можно сделать вывод, что наилучший общий процент у тележки с опорно-поворотным устройством, что говорит о том, что она более предпочтительная для выбора нежели, чем тележка с круговым рельсом.

Критерии	Тележка с круговым рельсом		
	$g_i$	Q <sub>ср</sub>	G, %
Q1	0,15	2	6
Q2	0,12	3,6	8,64
Q3	0,21	3,2	13,44
Q4	0,25	2	10
Q5	0,27	1,6	8,64
Итого			46,72

Критерии	Тележка с опорно-поворотным устройством		
	$g_i$	Q <sub>ср</sub>	G, %
Q1	0,15	3	9
Q2	0,12	3,2	7,68
Q3	0,21	2,6	10,92
Q4	0,25	4,2	21
Q5	0,27	4,4	23,76
Итого			72,36

Рис.4. Итоговые результаты квалиметрической оценки

### Заключение

Проанализированы две конструкции поворотных тележек мостового крана. Описаны недостатки поворотной тележки с круговым рельсом и предложена альтернативная конструкция с опорно-поворотным устройством. По результатам квалиметрической оценки конструкция поворотной тележки с опорно-поворотным устройством более предпочтительна для эксплуатации, чем с круговым рельсом.

### Список литературы

- [1] Петухов, Г. П. Ксюнин, Л. Г. Серлин – Специальные краны – М: Машиностроение, 1985, 248с.
- [2] Методические рекомендации по проведению технического диагностирования грузоподъемных кранов с истекшим сроком службы. Мн.: «Инженерный центр» «БОИМ», 2006, 328с.
- [3] Азгальдов, Г.Г. Квалиметрия для всех / Г.Г. Азгальдов. – М.: Информ-Знание, 2012. – 165 с.

**Москальчук Роман Сергеевич** – студент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: moskal4uk.roma@yandex.ru

**Мокин Дмитрий Геннадьевич** – доцент, кандидат технических наук, доцент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: mokin.dg@bmstu.ru



К.А. Родичева, И.И. Сорокина

## РАСЧЕТ ПРОГИБА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОЧИСТНОГО УСТРОЙСТВА

*Одна из основных проблем при решении задачи обеспечения надежной работы ленточных конвейеров – эффективная очистка ленты. Целью данной работы является обоснование конструкции предлагаемого очистного встряхивающего устройства. Проведен расчет, доказывающий его работоспособность. На основании проделанной работы сделан вывод о целесообразности применения предлагаемого очистного устройства в рассматриваемых условиях эксплуатации.*

**Ключевые слова:** ленточные конвейеры, очистное устройство, виброочистка, очистка конвейера, стрела прогиба ленты

Выбор типа очистного устройства – это многокритериальная задача, влияющая на эффективность очистки ленты и работоспособность конвейера в целом. В работе [1] на основе метод анализа иерархий обоснован выбор вибрационного очистного устройства. При этом для дальнейшей конструкторской проработки выбраны очистные встряхивающие ролики «НПО Аконит» [2]. Для создания колебаний достаточной амплитуды на поверхности ролика в отличии от конструкции прототипа предполагается приваривать прутки двух типоразмеров, отличающихся по диаметру. С целью обеспечения необходимого закона колебаний ленты предполагается указанные ролики ставить парой, а для согласования их взаимного положения передавать движение от одного к другому с помощью цепной передачи.

Межосевое расстояние передачи определяется исходя из того, что лента в процессе движения должна опираться на оба ролика, предлагаемой системы. Таким образом, для обеспечения работоспособности конструкции один из роликов необходимо установить в точке максимального прогиба ленты. Главным ограничивающим фактором при этом будет являться минимальный диаметр привариваемого прутка.

Определим величину стрелы провисания ленты между опорами на холостой ветви в точке с наименьшим натяжением (рис. 1). Для чего рассмотрим равновесие элемента ОА участка ленты, расположенного между опорами 1 и 2 – роликоопоры на холостой ветви конвейера. На выделенный элемент действуют силы натяжения  $S_0$  и  $S_A$  и сила тяжести ленты (считаем, что длина отрезка  $OA \approx x$ ).

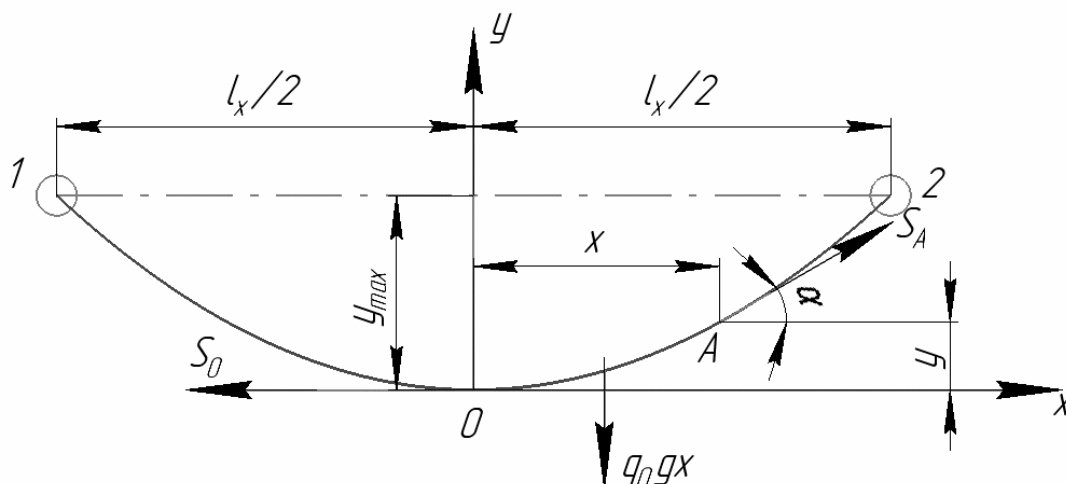


Рис. 1. Расчетная схема для определения стрелы провисания ленты

Очевидно, что

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{gq_0 x}{S_0} \quad (1)$$

Интегрируя представленное дифференциальное уравнение в пределах  $x$  от 0 до  $0,5l_x$  ( $l_x$  – расстояние между роlikоопорами) и  $y$  от 0 до  $y'_{\max}$  ( $y'_{\max}$  – величина стрелы прогиба ленты), при  $S_0 = S_{\min}$  получим выражение для максимального значения провисания ленты:

$$y'_{\max} = \frac{gq_0}{8S_0} (l_x)^2, \quad (2)$$

где  $y'_{\max}$  – величина максимального прогиба;  $q_0$  – распределенная масса ленты холостой ветви;  $l_x$  – расстояние между роlikоопорами;  $S_0$  – минимальное натяжение холостой ветви

Для нормальной работы конвейера, согласно [3], допускаемую стрелу прогиба ленты берут равной  $y_{\max} = (0,025 \dots 0,0125) l_x$ . Расстояние между роlikоопорами на холостой ветви ленты  $l_x = 1 \dots 3$  м. Минимальное натяжение тягового элемента должно быть равно или больше натяжения рассчитанного по формуле  $S_{\min} = (5 \dots 10) gq_0 l_x$ . При невыполнении последнего условия уменьшают расстояние между роlikовыми опорами.

Результаты расчета представлены в таблице.

Таблица 1

### Расчет прогиба стрелы ленты

$l_x$ , м	$S_0$ , Н	$q_0$ , кг/м	$y'_{\max}$ , мм	$S_{\min}$ , Н
1	2575	7,5	3,57	368
2	2575	7,5	14,29	736

Учитывая предлагаемую конструкцию виброочистителя, назначаем  $l_x = 2$  м, что гарантированно обеспечит контакт ленты со встряхивающей поверхностью

разрабатываемого устройства. Максимальный прогиб ленты по середине 14,29мм. Межосевое расстояние цепной передачи 1м.

### **Заключение**

На основании проведенного расчета сделан вывод о том, что предлагаемая конструкция стряхивающего устройства является работоспособной.

В качестве дальнейшей конструкторской проработки предлагается вместо роликов использовать звездочки, попарно соединенные стержневой системой, состоящей из 6 одинаковых прутков. Прутки системы предполагается выполнять одинакового типоразмера, а влиять на колебания ленты за счет их расположения относительно центра звездочки, размещая с чередованием по высоте. Радиусы размещения прутков на звёздочке соответственно должны отличаться не больше чем на максимальную величину прогиба ленты между холостыми роликами конвейера, определенную выше. Такая конструкция позволит избежать налипания транспортируемого материала на корпус ролика. Остаточный груз с ленты будет просыпаться сквозь прутки в тележку, установленную под очистным устройством, для последующей его уборки.

Планируется оценить возможность работы конструкции посредством тягового усилия ленты, без использования дополнительного привода.

### **Список литературы**

[1] Родичева К.А. Выбор способа очистки ленты ленточных конвейеров // Актуальные исследования и инновации в науке и технике: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Москва: Международный научно-издательский центр «Твоя наука». – 2023. – С.13

[2] НПО «Аконит» [Электронный ресурс]. <https://www.npoakonit.ru/product/roliki-stryakhivayuschie> (дата обращения: 16.03.2023)

[3] Зенков Р. Л., Ивашков И. И., Колобов Л. Н. Машины непрерывного транспорта: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с

**Родичева Кристина Александровна** – студентка КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: [dukova1999@gmail.com](mailto:dukova1999@gmail.com)

**Сорокина Ирина Игоревна** – старший преподаватель, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [irina.sorokina@bmstu.ru](mailto:irina.sorokina@bmstu.ru)

## СТЕНД И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ «КАНАТ-ПОВЕРХНОСТЬ»

*Условия контактного взаимодействия твердых тел определяются условиями внешнего трения. Внешнее трение твердых тел сложное явление, зависящее от многих процессов, протекающих в границах раздела в зонах фактического контакта и в тонких поверхностных слоях этих тел при относительном контакте перемещения их.*

**Ключевые слова:** *контактное взаимодействие, канат, макрогеометрия, плоский контакт*

Сила внешнего трения не консервативна, т.е. работа сил трения зависит от расстояния, на которое перемещается тело. Различают силу внешнего трения покоя, неполную силу внешнего трения покоя и силу трения движения.

Неполная сила внешнего трения покоя – сила сопротивления при малых частично обратимых тангенциальных перемещениях (предварительное смещение).

Сила внешнего трения скольжения – сопротивление тангенциальному перемещению контактирующих тел, не зависит от величины перемещения. В известных исследованиях рассмотрены условия контактных непрерывных сопрягаемых поверхностей различной формы. Другим видом контактного взаимодействия является дискретное контактное взаимодействие, примером которого служат дискретные контактные взаимодействия в системе «канат-поверхность». Примером передачи, силовое взаимодействие в которой реализуется посредством дискретного, циклически возобновляемого контакта, является канатоблочная система (КБС).

Методически макрогеометрию и условия дискретного контактного взаимодействия целесообразно рассмотреть в терминах контактного взаимодействия шероховатых поверхностей, в рамках которого макрогеометрия сопрягаемых поверхностей может быть представлена в виде волн, на которых расположены микронеровности.

При этом различаются: номинальная площадь контакта, ограничивающаяся площадью сопрягаемых поверхностей; контурная площадь контакта, определяющаяся как площадь, на которой осуществляется контакт волн сформировавшихся вследствие шероховатости поверхностей; фактический контакт поверхности, имеющий место в дискретных точках соприкосновения отдельных микронеровностей.

В табл. 1 приведено качественное сравнения микрогеометрии непрерывного и дискретного контактного взаимодействия в системе «канат-поверхность».

### Параметры контактного взаимодействия

плоский контакт	«канат-поверхность»
фактический контакт $A_f$	
контакт микронеровностей образованных шероховатостью поверхностей, определяется шероховатостью поверхности	контакт проволок пряди каната, определяется видом и структурой каната
Контурная площадь контакта $A_c$	
определяется как площадь, на которой осуществляется контакт волн вследствие волнистости шероховатой поверхности	определяется как площадь, на которой осуществляется контакт прядей каната
Номинальная площадь контакта $A_a$	
Площадь сопрягаемых поверхностей	Площадь поверхности, ограничивающей раскладку канатов

Под влиянием нормальной нагрузки микронеровности вступают в упругие контактные взаимодействия, количество которых, по мере увеличения нагрузки, возрастает. Упругая деформация волн ведет к увеличению контурной площади и, вследствие этого, увеличивается число выступов, воспринимающих нагрузку. Контактные взаимодействия непрерывных сопрягаемых поверхностей формируются в пограничный слой и характеризуются большей пористостью. Большая пористость обусловлена количеством дефектов микротрещин вакансии, дислокации. По Крагельскому, пограничный слой рассматривается как некое 3-е тело, находящееся в состоянии пластичного течения [1]. При небольших нагрузках пограничный слой ограничивается микроскопическими пятнами фактического контакта, и они концентрируются на контурных площадях контакта. В результате волнистости, пятна контакта группируются на вершинах волн в отдельных зонах, совокупность которых и формирует контурную площадь контакта  $A_c$ .

Фактическая площадь контакта  $A_f$  уже приближается к площади, на которой взаимодействуют атомы и молекулы вещества, и составляет от 1/100 до 1/10 в процентах от  $A_c$ . Пятна фактического контакта имеют диаметр от 5 до 30 мкм. Нормальная нагрузка, отнесенная к единице фактической площади контакта, характеризуется фактическим давлением  $P$ .

Контурная площадь контакта  $A_c$  составляет 5-15% от номинальной площади контакта  $A_a$ . Можно предположить, что механические свойства и структура фрагментов каната, расположенных между сопрягаемыми поверхностями, формируют качественное подобие 3-е тела [2], как универсальной модели кон-

тактного взаимодействия. Исследование такого взаимодействия позволит сформировать представления о качественных и механических особенностях дискретных контактных взаимодействий в системе «канат-поверхность».

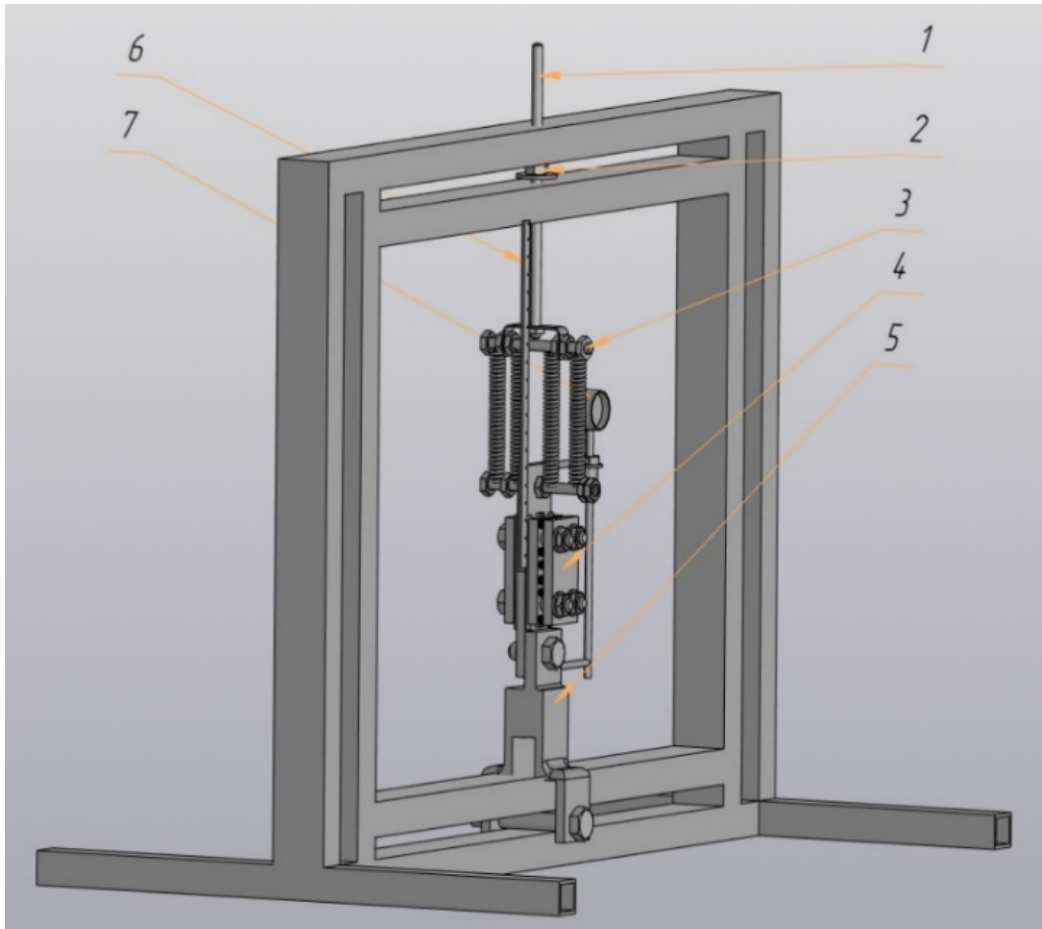


Рис. 1 Схема экспериментальной установки для исследования контактных взаимодействий в системе «канат-поверхность»:

1 – шпилька; 2 - гайка контроля натяжения; 3 - комплект пружин;  
4 - испытуемый образец; 5 - шарнирная конструкция; 6 – линейка; 7 - индикатор

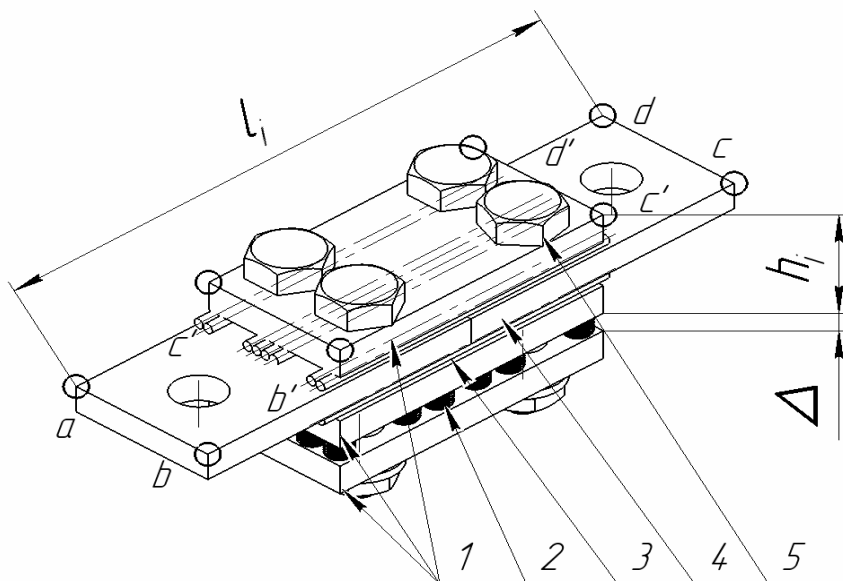


Рис. 2 Схема образца с указанием контролируемых параметров:  
 1 - пластина прижимная; 2 - комплект пружин; 3 – канат; 4 - пластина рабочая;  
 5 - крепёжные изделия (болт-гайка)

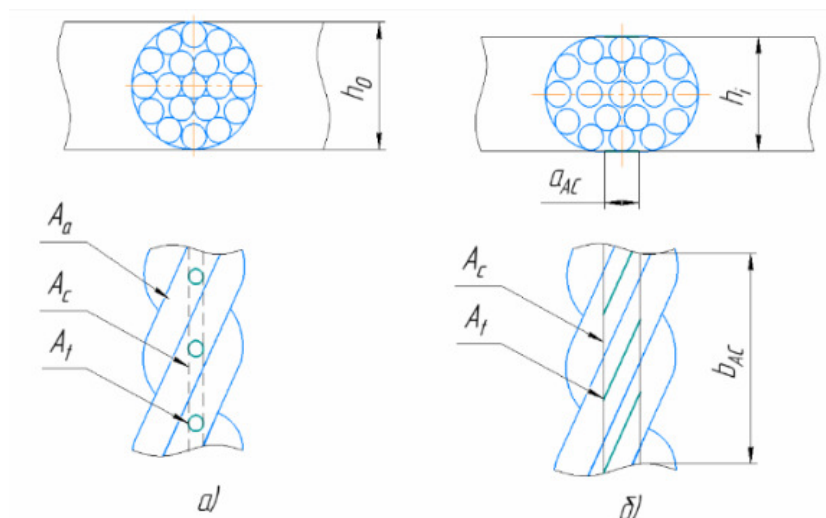


Рис. 3 Схема формирования контурной и фактической площади контакта в системе «канат – поверхность»

Схема экспериментальной установки для исследования таких взаимодействий представлена на рис. 1. На рис. 2 представлена схема образца с указанием контролируемых параметров

Методика проведения эксперимента:

Собрать испытуемый образец (рис.1 поз.4) согласно инструкции по имеющимся позициям и приготовить к проведению эксперимента.

Замерить размер « $\Delta$ » в 4-х точках образца (рис 2.) с помощью измерительного инструмента.

Стянуть образец на 5,2 мм, контролируя размер  $\Delta$  в 4 точках, используя рожковый ключ для стягивания крепёжных изделий (рис.1 поз.4) и измерительный инструмент для контроля размера по  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$ .

Установить образец в испытательный стенд через шарнирную конструкцию (рис.1 поз.5).

Замерить значение  $l_1$  в 2-х точках при начальных условиях эксперимента.

Гайкой контроля натяжения (рис.1 поз.2) натягивать комплект пружин с шагом 5 мм. (рис.1 поз. 3), контролируя размер по линейке (рис.1 поз.6).

Снять параметры каждого замера с индикатора (рис.1 поз.7)

Оснастка: Комплект пружин  $L=86$  мм,  $d=10$  мм,  $C=1000$  Н/м, 4шт; комплект пружин  $L=12,5$  мм,  $d=3$  мм,  $C=60$  Н/м, 12шт; комплект канатов  $d=3$  мм; измерительный инструмент штангенциркуль с погрешностью  $\Delta=0,05$  мм; микрометр для контроля за перемещениями пластин с погрешностью измерений  $\Delta=0,002$ мм. Зафиксированные значения усилий во время эксперимента составили 26 кг для малого комплекта пружин и 140 кг для большого комплекта пружин и являются оптимальными.

## Заключение

Исследованию дискретных контактных взаимодействий до настоящего времени не уделялось достаточного внимания. Рассмотренная методика исследования дискретных контактных взаимодействий в системе «канат-поверхность» позволит положить начало таких исследований.

### **Список литературы**

[1] Крагельский И.В. Трение и износ. – М: Машиностроение, 1978. – 480с.

[2] Мальновський В. А. Сталеві канати. Частина 1. Деякі питання технології, розрахунку та проектування. – Одеса: Астропринт, 2001.-188с.

**Масальский Андрей Андреевич** – студент МК9-101 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: masalskiy.a52@gmail.com

**Гилоев Данила Алексеевич** – студент МК9-101 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: giloev.nub@mail.ru

**Заярный Сергей Леонидович** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана E-mail: texnakon@yandex.ru



## ОБЗОР ВАРИАНТА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ ИЗ СОСТАВА ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

*Дробильно-сортировочный комплекс предназначен для переработки строительных отходов, которые образуются после сноса зданий. Общая производительность таких комплексов напрямую зависит от отдельных механизмов, входящих в его состав. Предлагается сравнение двух вариантов приводов щековых дробилок, входящих в состав комплекса, с целью возможности увеличения производительности.*

**Ключевые слова:** *переработка отходов, дробильно-сортировочный комплекс, щековая дробилка с механическим приводом, щековая дробилка с гидравлическим приводом, производительность.*

С каждым годом из-за строительства новых объектов недвижимости, проектов реноваций в крупных городах увеличивается объемы отходов от такого строительства. В основном такие отходы вывозятся на специально оборудованные полигоны, загрузка которых приближается уже к критической отметке. В связи с этим актуален вопрос поиска других способов утилизации или использования такого сырья.

Вторичное сырье не является полноценным строительным материалом, но, в то же время, оно обладает низкой стоимостью. После демонтажа зданий, на площадке остается преимущественно железобетон, который сортируется с помощью специальной техники. Слишком большие куски разбиваются на мелкие с помощью дробильно-сортировочных комплексов. Состав таких комплексов всегда разнообразен. Но в нем всегда незаменимо присутствует щековая дробилка (ЩД). Всем ЩД присуща проблема повышения производительности. В дробилках число рабочих ходов щеки в минуту принято определять временем, которое необходимо для разгрузки камеры дробления. При механическом приводе с кривошипным механизмом продолжительность хода сжатия и холостого хода одинакова. Частота вращения эксцентрикового вала не может быть увеличена, так как при работе дробилки вторичный материал не будет успевать высыпаться из камеры дробления. Сокращая общий период цикла путем уменьшения времени хода сжатия, но с сохранением длительности разгрузки, можно увеличить число качаний подвижной щеки в единицу времени и тем самым повысить производительность.

Чаще всего в дробильно-сортировочных комплексах используются дробилки с механическим приводом. Принципиальная схема такой дробилки представлена на рис. 1.

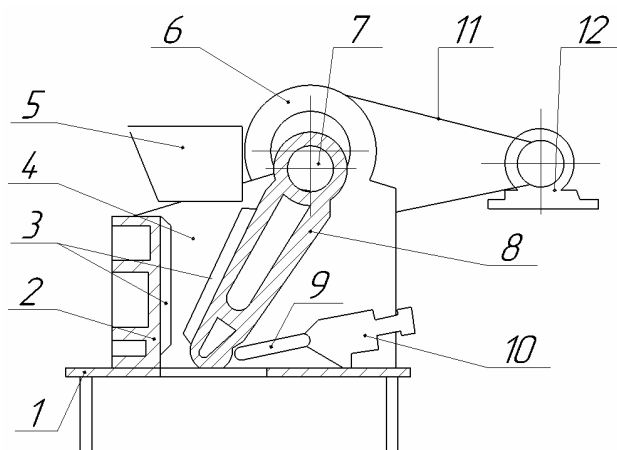


Рис. 1. Принципиальная схема щековой дробилки со сложным движением щеки:  
 1 – основание; 2 - неподвижная щека; 3 - ребристые дробящие плиты;  
 4 - камера дробления; 5 - загрузочное устройство с защитным кожухом;  
 6 - маховик; 7 - эксцентриковый вал; 8 - подвижная щека; 9 - распорная плита;  
 10 - регулировочное устройство; 11 - клиноременная передача;  
 12- электродвигатель

На концах эксцентрикового вала 7 установлены маховики 6, предназначенные для накопления энергии во время холостого хода и для подачи ее на дробление. Один из маховиков имеет проточки под ремни и используется в качестве приводного шкива, который приводится в движение с помощью 11 клиноременной передачи от электродвигателя 12. Крупность дробления материала регулируется изменением зазора между дробящими плитами с помощью винтового регулировочного устройства 10. Вследствие эксцентричного закрепления верхнего конца щека имеет сложное движение: у верхней опоры она совершает кругообразные движения, а внизу, у разгрузочного конца - эллиптические. В результате куски руды подвергаются не только дробящему, но и истирающему действию.[1]

Данная дробилка, имеет ряд недостатков: ограниченность повышения производительности, неудобство регулирования подачи материала, одноразовый предохранительный элемент.

В отличие от механической дробилки, гидравлическая не обладает такими недостатками. На рис. 2 представлена принципиальная схема гидравлической щековой дробилки.[2]

Принцип работы заключается в следующем. Эксцентрик 1 приводит в движение плунжер 2. Перемещаясь вертикально вниз, он вытесняет в большой цилиндр 4 объем рабочей жидкости, благодаря чему двигается поршень 8 и происходит ход сжатия щеки 9. Затем, когда плунжер 2 поднимается, подвижная щека и поршень 8 возвращаются в исходное положение под действием оттяжной пружины 7. При следующем движении плунжера 2 вниз, специальный клапан 5 направляет жидкость в резервуар 3, со сжатым воздухом, благодаря чему рабочий поршень 8, а следовательно, и подвижная щека 9 остаются в исходной позиции. Во время следующего подъема плунжера жидкость выходит из

резервуара, после чего клапан 5 закрывается. При новом опускании плунжера цикл повторяется.

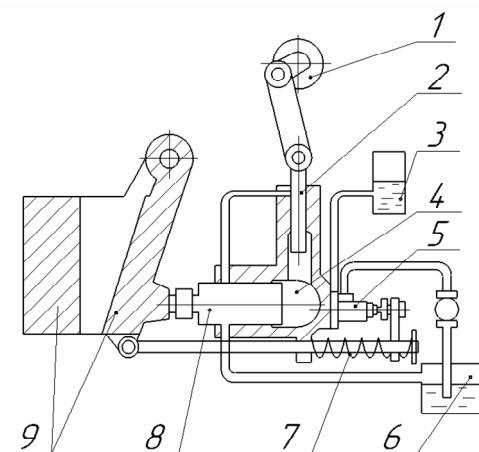


Рис. 2. Принципиальная схема щековой дробилки с гидроприводом:

- 1 – эксцентрик; 2- плунжер; 3 – резервуар со сжатым воздухом;
- 4 – большой цилиндр; 5 – клапан; 6 – резервуар; 7 – оттяжная пружина;
- 8 – поршень; 9 – подвижная и неподвижная щеки

Таким образом, каждый второй ход плунжера вниз - холостой. Резервуар 6 служит для добавления масла в цилиндр при изменении выходной щели и компенсации утечек. В результате частота вращения коленчатого вала гидропривода в 2 раза больше числа качаний подвижной щеки, а продолжительность хода сжатия занимает 25% общего периода цикла.

На рис. 3 видно, что при одинаковой продолжительности времени открытия выходной щели у дробилки с механическим приводом и дробилки с гидроприводом в последней число качаний подвижной щеки в 1,5 раза больше, следовательно, и производительность таких дробилок выше.

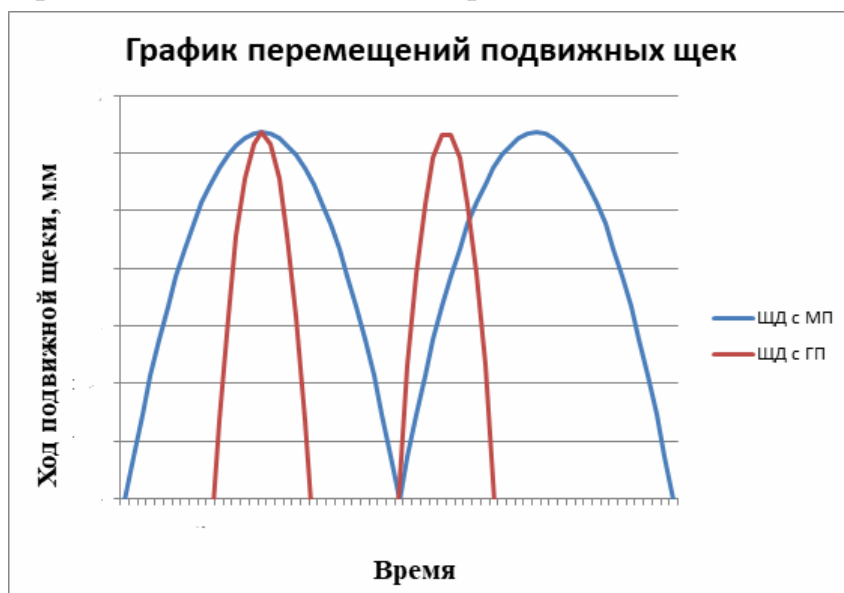


Рис. 3. Сравнительный график перемещений подвижных щек

Конструкция такой гидравлической дробилки, по сравнению с механической, обеспечивает, также, следующие преимущества: предохранение основных

конструктивных элементов дробилки при попадании не дробимого тела, возможность изменения хода щеки и размера разгрузочной щели.

### **Заключение**

В ходе проведенной работы было проведено сравнение механического и гидравлического привода щековых дробилок. По итогам, для включения в состав планируемого дробильно-сортировочного комплекса, была выбрана дробилка с гидроприводом, имеющая ряд преимуществ: производительность, долговечность, удобство использования.

### **Список литературы**

[1]. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации: –М.: Машиностроение.,1990. – 316 с.

[2]. Пат № 2734156 СССР, МПК В02С 1/04(1995.01); Щековая дробилка с гидроприводом подвижной щеки № 1079710/29-14: заявл. 1966.05.28: опубл. 1967.06.28/ Клушанцев Б.В., Ильин В.Ф., Володарский З.Б.; заявитель Всесоюзный НИИ строительного и дорожного машиностроения. – 3 с.: ил. – Текст: непосредственный.

[3]. Пат № 2142850 РФ, МПК В02С 1/04(2006.01) Щековая дробилка № 98110302/03: заявл. 1998.06.01: опубл. 1999.12.20/Дворников Л.Т., Макаров А.В.; заявитель Сибирский государственный индустриальный университет. – 3 с.: ил. – Текст: непосредственный.

**Боголепов Илья Александрович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: bogolepov.99@mail.ru

**Леонтьев Михаил Юрьевич** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: newell-kaluga@mail.ru

## ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИСПАСТОВ НА СИЛУ НАТЯЖЕНИЯ И ВЫИГРЫШ В СИЛЕ

Современная жизнь, как и жизнь наших предков несколько тысячелетий назад, очень сильно бы усложнилась при отсутствии такого полезного механизма, как полиспаст. Начав историю своего использования со строительства и машиностроения, полиспаст стал обязательным элементом обыденной жизни.

**Ключевые слова:** блоки, полиспасты, расчет выигрыша в силе, расчет силы натяжения.

### БЛОКИ [1]

Блоки различают на неподвижные и подвижные.

Если ось блока прикреплена к потолку, стене или балке, такой блок называют неподвижным. Условие равновесия для него можно объяснить как равенство прилагаемого усилия и силы тяжести груза, если не учитывать трение. Такой блок можно рассматривать как равноплечий рычаг, у которого плечи сил равны радиусу блока. Такой блок не дает выигрыша в силе, но позволяет изменять направление ее действия.

Если ось блока не закреплена на потолке, стене и т.д. и движется вместе с грузом, то такой блок называется подвижным. Подвижный блок также можно рассмотреть, как рычаг второго рода относительно точки, в которой веревка касается блока со стороны ее закрепленного конца. ОА-плечо веса тела  $P$ , ОВ – плечо прикладываемой силы  $F$ . Из рисунка видно, что плечо ОВ в 2 раза больше плеча ОА, следовательно из условия равновесия, сила  $F$  в 2 раза меньше силы  $P$ . Таким образом подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза (рис.1).

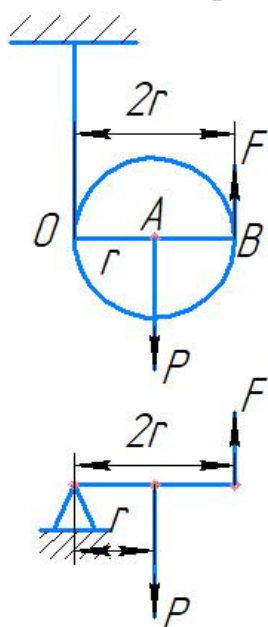


Рис. 1. Подвижный блок

### ПОЛИСПАСТЫ [2]

Полиспаст – это система, состоящая из нескольких подвижных блоков и каната, последовательно огибающего все блоки.

Простой полиспаст состоит из одинакового количества подвижных и неподвижных блоков. В полиспасте такого типа выигрыш в силе равен числу блоков или  $2n$ .

Степенной полиспаст [3] состоит из нескольких подвижных блоков и одного неподвижного. Выигрыш в силе в таких полиспастах равен  $2^n$ .

Обычно полиспасты применяют в подъемных механизмах кранов, но также они используются для натяжения перил и переправ в горном туризме и альпинизме при необходимости подъема пострадавшего, также небольшие полиспасты

используются для натяжения подвесных кабелей связи, т.к. мускульная сила человека обычно не позволяет натянуть большой пролет кабеля достаточно сильно.

На рис. 2 показаны выигрыши в силе в идеальных полиспастах, в которых отсутствует трение, а веревка и сами блоки – невесомые. В реальной системе часть энергии рассеивается из-за трения, но для упрощения расчетов его не учитывают. Поэтому такой расчет называется теоретическим. Теоретический выигрыш в силе в простом полиспасте равен количеству нитей, идущих от груза вверх.

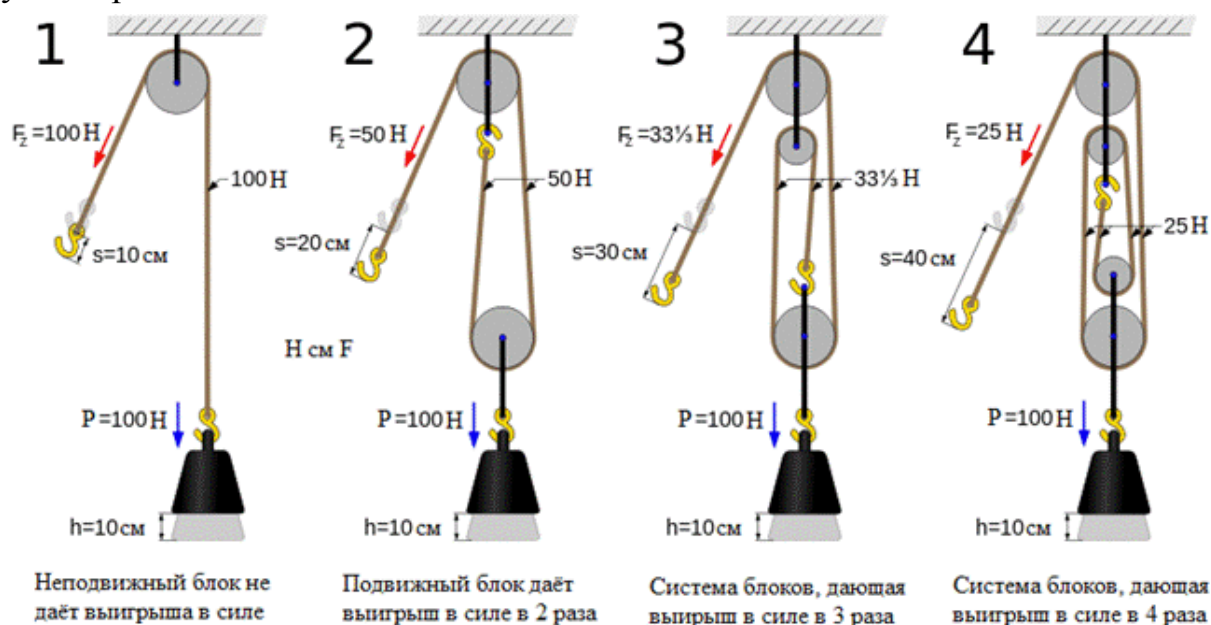


Рис. 2. Выигрыш в силе в идеальных полиспастах

Изменить выигрыш в силе можно, если поменять точку крепления конца нити.

Если конец грузовой веревки закреплен на неподвижной точке, то полиспасты будут четные, если конец нити закреплен на грузе, то полиспасты будут нечетные.

Сложный полиспаст – это система, в которой один простой полиспаст тянет за другой.

Для расчета выигрыша в силе необходимо умножать значения выигрышей полиспастов, из которых он состоит.

На рис. 3 голубой полиспаст 3:1 тянет за зеленый с выигрышем в силе 2:1. Теоретический выигрыш в силе равен  $2 \cdot 3 = 6$ .

Голубой полиспаст с выигрышем в силе 3:1 тянет за желтый с выигрышем 3:1. Теоретический выигрыш в силе такой конструкции равен  $3 \cdot 3 = 9$ .

Для расчета силы натяжения каната выводят уравнение моментов для блока относительно оси. В формуле учитываются силы трения и жесткость каната. Также учитывается угол отклонения от оси и диаметр оси блока и самого блока.

КПД блока рассчитывается как отношение усилия со стороны сбегающего каната к усилию со стороны набегающего каната. После рассчитываем КПД

полиспаста, учитывающее КПД блоков, кратность и их число. И зная КПД полиспаста мы сможем определить силу натяжения каната.

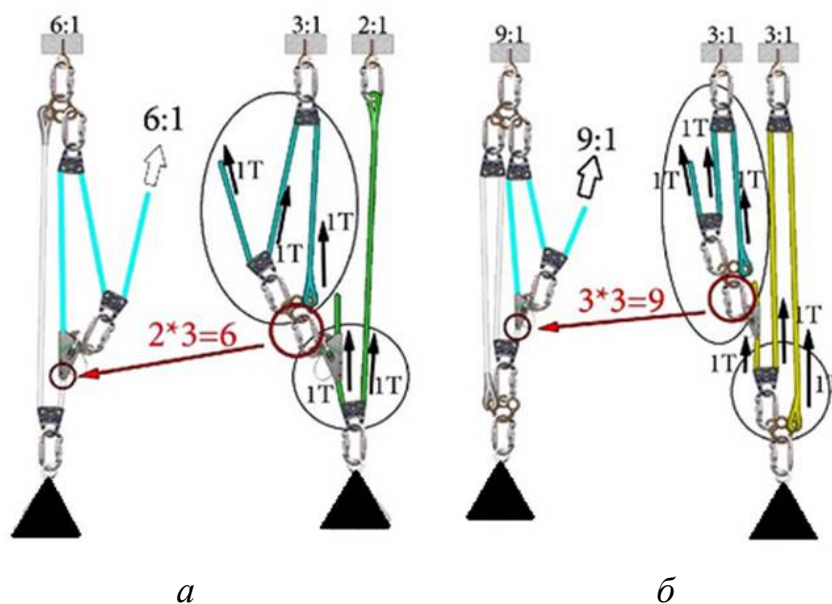


Рис. 3. Сложные полиспасты

### ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА В MS EXCEL

В программе для расчета (рис. 4) задается конструкция полиспастной системы и на выходе мы получаем выигрыши в силе и силы натяжения для разных полиспастов и можем подобрать тот, который будет больше подходить нам по габаритам или полученным значениям.

указать значение	получено значение для расчета		искомое значение	
Количество подвижных блоков 3	Количество отклоняющих блоков 3		Кoeffициенты трения разных материалов	
Поднимаемая масса 100	Диаметр блока D 410	Диаметр оси блока d 110	сталь-сталь 0,15	сталь-чугун 0,18
Угол отклонения от оси, град 30	Материалы сталь-сталь	Кoeffициент трения 0,15	сталь-бронза 0,1	чугун-бронза 0,2
Угол отклонения от оси, рад 0,523598776	Вес груза 981		бронза-бронза 0,2	
<b>Простой полиспаст</b>	<b>Степенной полиспаст</b>		<b>Сложный полиспаст</b>	
Выигрыш в силе 6	Выигрыш в силе 8	Выигрыш в силе 12	количество подвижных блоков второй части 2	
Сила натяжения каната 148,9677626	Сила натяжения каната 151,5142239	Сила натяжения каната 169,0943415	Количество отклоняющих блоков второй части 2	
КПД блока 0,961313013	КПД блока 0,961313013	КПД блока 0,961313013		
КПД полиспаста 0,54877645	КПД полиспаста 0,404664977	КПД полиспаста 0,241728964		

Рис. 4. Программа для расчета полиспастов в MS EXCEL

### Заключение

Проведены расчеты для нахождения выигрыша в силе и силы натяжения.

Представлены программа, в которой задаем конструкцию полиспастной системы, а на выходе получаем:

- Выигрыш в силе (кратность);
- Натяжения в ветвях полиспаста.

В дальнейшем планируется произвести расчет для большего количества параметров в программе LabVIEW.

### **Список литературы**

[1] Блоки и полиспасты // Современные Технологии Производства URL: <https://extxe.com/11729/bloki-i-polispasty/> (дата обращения: 5.03.2023).

[2] Полиспасты: назначение, устройство, виды // Механика металла URL: [https://mehanic35.ru/metal\\_processing/polispasty-naznachenie-ustrojstvo-vidy.html](https://mehanic35.ru/metal_processing/polispasty-naznachenie-ustrojstvo-vidy.html) (дата обращения: 7.03.2023).

[3] Расчет силового полиспаста и его КПД // Все о спецтехнике URL: <http://spctex.ru/raschet-silovogo-polispasta-i-ego-kpd/> (дата обращения: 8.03.2023).

**Крючкова Елизавета Сергеевна** – студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана.  
E-mail: [liza.kryuchkova.00@list.ru](mailto:liza.kryuchkova.00@list.ru)

**Мокин Дмитрий Геннадьевич** – доцент, кандидат технических наук, доцент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: [mokin.dg@bmstu.ru](mailto:mokin.dg@bmstu.ru)



Д.И. Логинов, П.В. Витчук

## ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАШЕННЫХ КРАНОВ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Башенные краны широко используются для грузоподъемных работ в строительной отрасли. Это связано с тем, что башенные краны являются универсальными грузоподъемными машинами и обладают автономностью привода, большой грузоподъемностью, способностью передвигаться вместе с транспортируемым грузом, широким диапазоном технических характеристик, возможностью работы с различными типами сменного рабочего оборудования. Несмотря на вышеперечисленные преимущества данного типа кранов, башенные краны являются объектами повышенной производственной опасности, и их эксплуатация связана с возможностью возникновения аварийных ситуаций с негативными технико-экономическими и социальными последствиями.*

**Ключевые слова:** башенный кран, риск-анализ.

В нормативно-распорядительной документации Ростехнадзора России содержатся требования о необходимости выполнения риск-анализа при проведении работ по экспертному диагностированию технического состояния башенных кранов, исчерпавших нормативный срок эксплуатации, с учетом количества и наименования выявленных дефектов.

В условиях недостаточной исходной информации и отсутствия устоявшихся методик расчета достаточно эффективным для решения широкого круга практических задач оказывается подход на основе экспертных оценок. Метод экспертных оценок был использован для проведения риск-анализа башенных кранов.

Для получения первичной информации от экспертов был разработан опросный лист, включающий 5 вопросов и бланк для ответов, в котором были перечислены все потенциально возможные дефекты, встречающиеся при проведении экспертного диагностирования башенных кранов с превышенным сроком эксплуатации.

Вопросы были сформулированы следующим образом:

### **Вопрос 1.**

По Вашему мнению, какие из перечисленных ниже возможных дефектов башенных кранов могут привести к:

- А – экономическому ущербу от повреждения самого крана;
- Б – травматическому воздействию на человека;
- В – экономическому ущербу от повреждения транспортируемого груза.

При ответе для каждого дефекта в графах А, Б, В следует поставить «+», если дефект может привести к соответствующим последствиям, или «-», если привести не может.

## **Вопрос 2.**

Оцените в баллах от 1 до 5 предполагаемое влияние соответствующего дефекта крана на стоимость его ремонта после аварии крана, вызванной данным дефектом:

- 1 балл – стоимость ремонта менее 1% первоначальной стоимости крана;
- 2 балла – св. 1 до 10%;
- 3 балла – св. 10 до 50%;
- 4 балла – св. 50 до 80%;
- 5 баллов – свыше 80% или требуется полная замена крана.

## **Вопрос 3.**

Оцените в баллах от 1 до 5 предполагаемое влияние соответствующего дефекта крана на величину повреждения перемещаемого груза:

- 1 балл – повреждение менее 1% стоимости груза;
- 2 балла – св. 1 до 10%;
- 3 балла – св. 10 до 50%;
- 4 балла – св. 50 до 80%;
- 5 баллов – свыше 80% или полное повреждение груза.

## **Вопрос 4.**

Оцените в баллах от 1 до 5 величину предполагаемого экономического ущерба, связанного с возникновением при эксплуатации крана соответствующего дефекта:

- 1 балл – менее 20 тыс. руб.;
- 2 балла – св. 20 до 50 тыс. руб.;
- 3 балла – св. 50 до 250 тыс. руб.;
- 4 балла – св. 250 до 500 тыс. руб.;
- 5 баллов – св. 500 тыс. руб.

## **Вопрос 5.**

Оцените в баллах от 1 до 5 предполагаемое влияние последствий возникновения соответствующего дефекта крана на жизнь и здоровье людей, управляющих краном или находящихся в непосредственной близости от него:

- 1 балл – не влияет;
- 2 балла – травмы легкой степени тяжести;
- 3 балла – травмы средней степени тяжести;
- 4 балла – травмы тяжелой степени тяжести;
- 5 баллов – летальный исход.

Принятая форма бланка для ответов экспертов приведена в (табл. 1.)

## Опросный лист

№ п/п	Возможные дефекты	В-1			В-2	В-3	В-4	В-5
		А	Б	В				
1. Несущие металлоконструкции								
1	Недопустимая общая деформация металлоконструкции стрелы							
2	Недопустимые местные деформации элементов металлоконструкции стрелы							
3	Наличие трещин, непроваров и др. дефектов сварных швов металлоконструкции стрелы							
4	Недопустимая общая деформация металлоконструкции башни							
5	Недопустимые местные деформации элементов металлоконструкции башни							
6	Наличие трещин, непроваров и др. дефектов сварных швов металлоконструкции башни							
7	Наличие элементов металлоконструкции стрелы с усталостным или хрупким разрушением							

Так же опросный лист включает в себя следующие пункты:

- Узлы и детали рабочих механизмов
- Электрооборудование
- Приборы безопасности
- Крановый путь

### Заключение

Представленная в данной работе методика оценки технического риска башенных кранов позволяет выполнять приближенные оценки или экспресс-оценки значения технического риска в процессе эксплуатации указанных грузоподъемных машин в условиях недостаточности необходимой информации о величине слагаемых риска – вероятностях возникновения отказов вследствие проявления тех или иных характерных дефектов металлоконструкции, механизмов движения, систем энергообеспечения и безопасности, а также связанного с этим экономических потерь.

### Список литературы

[1]. Александров, М.П. Грузоподъемные машины / М.П. Александров. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана – Высшая школа, 2000. – 552 с.

[2]. Анцев, В.Ю. Классификация дефектов и отказов грузоподъемных машин / В.Ю. Анцев, П.В. Витчук, К.Ю. Крылов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2015. - No 10. - С. 121- 128

[3]. Вайнсон, А.А. Подъемно-транспортные машины / А.А. Вайнсон. – М.: Машиностроение, 1989. – 536 с.

[4]. Вишняков, Я.Д. Общая теория рисков / Я.Д. Вишняков, Н.Н. Радаев. – М.: Академия, 2008. – 368 с.

[5]. Емельянова, Г.А. Методология повышения надежности грузоподъемного оборудования при обеспечении требуемых критериев риска: дис. ... доктора техн. наук / Емельянова Галина Александровна. – Москва, 2017. – 384 с.

[6]. Котельников, В.С. Диагностика и риск- анализ металлических конструкций грузоподъемных кранов / В.С. Котельников, А.А. Короткий, А.Н. Павленко, И.И. Еремин. - Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2006. – 315 с.

**Логинов Дмитрий Игоревич** – студент МК9-102 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [dimasik.loginov@yandex.ru](mailto:dimasik.loginov@yandex.ru)

**Витчук Павел Владимирович** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [zzzventor@yandex.ru](mailto:zzzventor@yandex.ru)

## КОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ГРУЗОВОЙ ПЛОЩАДКИ ПОВЫШЕННОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

*Описывается конструкция дорожного покрытия грузовой площадки повышенной грузоподъемности для стоянки тяжелых автомобилей. Подробно описаны критерии, по которым производится расчет дорожных одежд, а также предложена новая конструкция с использованием георешеток, которая позволяет повысить прочность покрытия.*

**Ключевые слова:** *дорожное покрытие; грузовые площадки; армирование грунта; георешетка.*

Площадки повышенной грузоподъемности могут быть использованы для стоянки для стоянки большегрузных автомобилей с нагрузкой на ось более 300 кН. Такими площадками могут быть оборудованы стройплощадки, где используются большегрузные автомобили типа Белаз.

Для площадок повышенной грузоподъемности требуются специальные дорожные одежды. При расчете дорожных одежд используют решения теории упругости для слоистого пространства, лежащего на упругом основании с учетом условий работы в зоне контакта на границе слоев (спаянный контакт при совместной работе слоев в зоне контакта или гладкий контакт при свободном смещении слоев в зоне контакта) [1].

Расчет дорожных одежд капитального и облегченного типов на прочность выполняют по следующим критериям: допускаемому упругому прогибу; условию сдвигоустойчивости грунта рабочего слоя и конструктивных слоев из малосвязных материалов; сопротивлению монолитных слоев покрытия и промежуточных монолитных слоев основания усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Прочность дорожных одежд оценивается их способностью сопротивляться процессу развития остаточных деформаций и разрушений под воздействием нормальных и касательных напряжений, возникающих в конструктивных слоях и подстилающем грунте рабочего слоя земляного полотна от расчетной нагрузки, приложенной к поверхности покрытия.

При расчете НДС многослойных конструкций на воздействие колесных нагрузок многослойные дорожные одежды приводят к двухслойным и трехслойным расчетным схемам. [2].

Значения осевой нормативной нагрузки следует принимать на автомобильных дорогах: с капитальным типом дорожной одежды – 115 кН;

- с облегченным и переходным типами дорожных одежд – 100 кН

Нормативное давление  $p$  следует принимать равным:

-- 0.8 МПа – для автомобильных дорог с капитальными дорожными одеждами;

- 0.6 МПа – для автомобильных дорог с облегченными и переходного типа дорожными одеждами.

При расчете на кратковременную нагрузку вводят коэффициент динамичности

$$k_{\text{дин}} = 1.3.$$

Для повышения несущей способности грунтов производится их армирование. Армирование каменного материала георешетками создает умеренно жесткую платформу. Армирующие элементы, работая в контакте с грунтом, перераспределяют нагрузку между участками конструкции, обеспечивая передачу напряжений с перегруженных зон на соседние менее загруженные участки. Такие элементы могут быть изготовлены из различных материалов: металл, железобетон структуры из стеклянных или полимерных волокон и т.д.

Вариантом армирующего элемента является георешетка производства ООО «МИАКОМ СПб», представляющая собой гибкую ячеистую конструкцию из пластиковых лент, скрепленных между собой сварными швами. Поверхность стенок решетки текстурированная, с целью увеличения трения между стенками ячеек и заполнителем. [3]

В результате армирования модуль упругости композитного слоя (песок + георешетка) увеличивается до значений близких к песку, укрепленного цементом, обеспечивая при этом высокую сдвигоустойчивость конструкции.

К недостаткам такой конструкции относятся: двухмерная, плоская композитная структура (щебень + эластичная георешетка) в направлении перпендикулярном внешнему воздействию, что позволяет повысить только сдвигоустойчивость конструкции; низкая собственная жесткость решетки в продольном направлении, что существенно не ограничивает подвижность щебня в её плоскости; нулевая собственная жесткость решетки в поперечном направлении, что исключает ее использование как обособленной несущей конструкции.

Предлагаемая конструкция имеет следующие особенности и преимущества: двухмерная, плоская композитная структура (щебень + жесткая, профильная георешетка) в направлении перпендикулярном внешнему воздействию, что позволяет повысить не только сдвигоустойчивость конструкции, но и повысить прочность в направлении действия нагрузки; большая собственная жесткость решетки в продольном направлении, что существенно ограничивает подвижность щебня в её плоскости; собственная жесткость решетки в поперечном направлении, что позволяет ее использование как обособленной несущей конструкции; использование элементов решетки с различным поперечным сечениями (прямоугольным, прямым и обратным трапециидальным, ромбическим) обеспечивает формирование саморегулируемой композитной системы, что способствует благоприятному перераспределению нагрузки внутри системы.

Сотовая конструкция может быть реализована в двух вариантах: из раздельно устанавливаемых элементов (балок), последовательное скрепление которых профильными соединениями, в продольном и поперечном направлениях, формирует ячеистый каркас сотовой конструкции; из раздельно устанавливаемых фрагментов (блоков) ячеистый каркас скрепление которых профильными соединениями, в продольном и поперечном направлениях, формирует сотовую конструкцию.

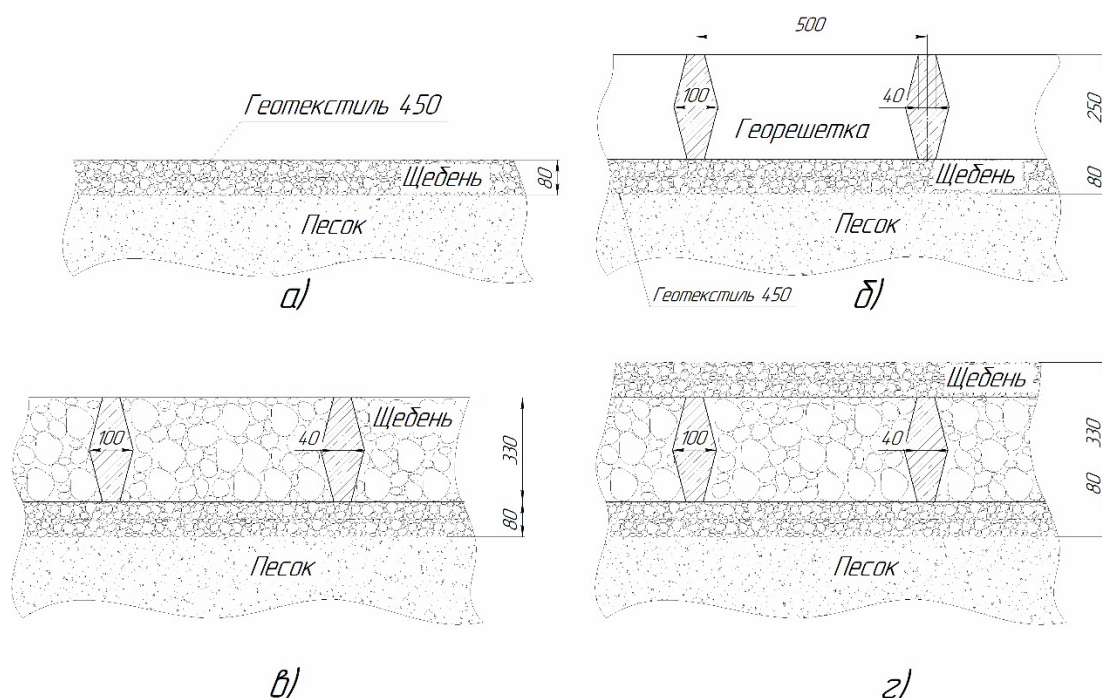


Рис. 1. Технология строительства основания грузовой площадки повышенной грузоподъемности:

- а) распределение песка и его уплотнение, укладка геотекстиля, распределение щебня (фракция 5-20мм) с последующим уплотнением;
- б) укладка железобетонной георешетки; в) засыпка щебня (фракция 40-70мм) в пустоты георешетки и его уплотнение; г) распределение щебня (фракция 5-20 мм) и его уплотнение

Строительство грузовой площадки включает в себя 4 этапа:

1. Планирование и проектирование: в этом этапе происходит сбор и анализ информации, необходимой для разработки проекта. Заключительным этапом является разработка проектной документации.
2. Подготовка площадки: на этом этапе происходит подготовка площадки. Включает в себя очистку территории, организацию вертикальной планировки участка, установку временных дорог и площадок для строительной техники.
3. Устройство основания рис 1.
4. Установка дорожного покрытия. Финишный слой состоит из асфальтобетона. Чтобы асфальтирование было качественным, перед укладкой асфальта основание проливают битумом. Смесь равномерным слоем распределяется по заданной территории. Для укладки последнего слоя смеси используются асфальтобетонные укладчики. Укатка асфальта проводится несколькими катками для наилучшего последовательного уплотнения.

### Заключение

Расчет дорожного полотна и выбор технологии строительства являются важными этапами при проектировании и строительстве дорожного полотна. В целом, использование бетонных ячеистых георешеток является перспективным решением для расчета дорожных одежд, которое может привести к снижению

затрат на строительство и эксплуатацию и увеличению прочности и долговечности грузовых площадок повышенной грузоподъемности. Однако, при выборе данного метода следует учитывать все его особенности и применять его с учетом конкретных условий и требований.

### **Список литературы**

[1]. Баданин А. Н., Колосов Е. С. Определение несущей способности армированного георешеткой грунтового основания. Инженерно-строительный журнал, 2012 г., №4, с.25-31.

[2]. ПНСТ 542–2021. Дороги автомобильные общего пользования НЕЖЕСТКИЕ ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ

[3]. СТО 72422563-021-2013 Технические условия «Геосотовые полимерный материал марки геокоркас». с.20

**Сабо Николай Николаевич** – студент МК9-122 КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: kolyan120100@gmail.com

**Заярный Сергей Леонидович** – кандидат технических наук, доцент кафедры МК-9, КФ МГТУ им. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: texnakon@yandex.ru



**СЕКЦИЯ 10.**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ  
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ VGG16 И VGG19 В ЗАДАЧАХ ДВОЙНОЙ СТИЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

**Введение.** Передача стиля изображению является актуальной, сложной и широко используемой задачей машинного обучения на практике. Для ее решения применяется широкий спектр нейронных сетей, которые различаются архитектурой. Нейронные сети могут быть использованы и в большинстве других задач по обработке изображений, например, сегментации или восстановлении изображений, а также и в других отраслях [1].

Стилизация заключается в применении стиля к целевому изображению при сохранении его содержимого. Пример стилизации представлен на рис. 1.



Рис. 1. Пример передачи стиля

Тестируемая система позволяет передать стиль загруженному изображению с применением глубоких сверточных нейронных сетей и в конце работы выводится преобразованное изображение как результат. Однако существуют методы такой работы, при которых можно на исходное изображение нанести два или несколько изображений в качестве стиля.

В данной статье рассмотрим варианты передачи двух стилей исходному изображению с применением разработанного для этой задачи нейросетевого алгоритма.

Общий алгоритм стилизации изображения выглядит следующим образом:

1. Изменить размеры входных изображений до равных форм.
2. Загрузить предварительно обученную свёрточную нейронную сеть.
3. Реализовать классификацию слоев на слои, задающие стиль, определяемым формой, цветом или другими характеристиками, и контентные слои, определяющие характерные для изображения функции.
4. Определить поставленную задачу в качестве оптимизации данного алгоритма, критерием которой выступает минимизация параметров:
  - потеря контента;
  - потеря стиля;
  - общая потеря изменений.
5. Установить данные градиенты и оптимизировать L-BFGS алгоритм. О градиентном спуске можно прочитать в [2].

Общие сведения о стилизации приведены в [3]. Разработка модели стилизации изображений подробно описана в [4]. Различные методы оптимизации данного алгоритма можно рассмотреть в [5].

Теперь рассмотрим варианты двойной стилизации изображения и выведем критерии их сравнения, на основе которых получим сведения о наилучшем методе передачи двух стилей.

Возможны такие варианты:

- Нанести один стиль на второй, затем нанести скомбинированный стиль на исходное изображение.

- Нанести на исходное изображение один стиль, а потом на результат первого этапа нанести второй.

**Вариант двойной стилизации – Нанесение скомбинированного стиля на изображение.** Загрузим три изображения, одно из которых предоставляется в качестве входного, а два других – в качестве передаваемых стилей (рис. 2-3).

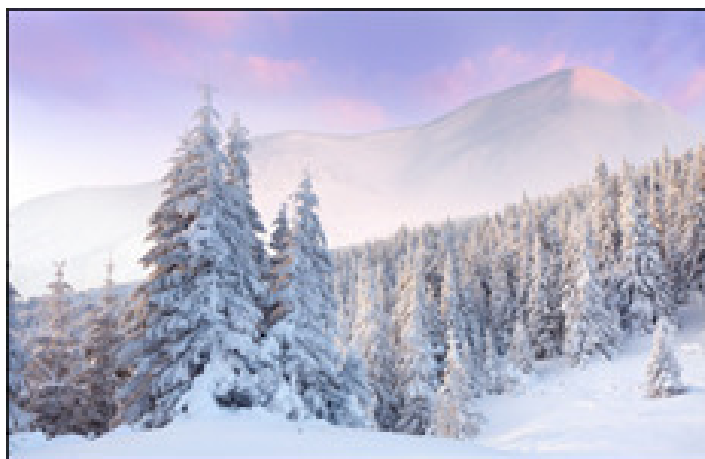


Рис 2. Входное изображение



*а*



*б*

Рис. 3. Передаваемые стили а) первый; б) второй

Нанесем, например, второй стиль на первый. После выполнения данного этапа результат будет представлен в следующем виде (рис. 4).



Рис. 4. Скомбинированный стиль

После выбора модели нейронной сети и загрузки необходимого функционала запускается процесс оптимизации данной задачи, который представлен в следующем виде (рис. 5), а также предоставлены результаты работы системы с применением использованных нейросетей и графики (рис. 6-7).

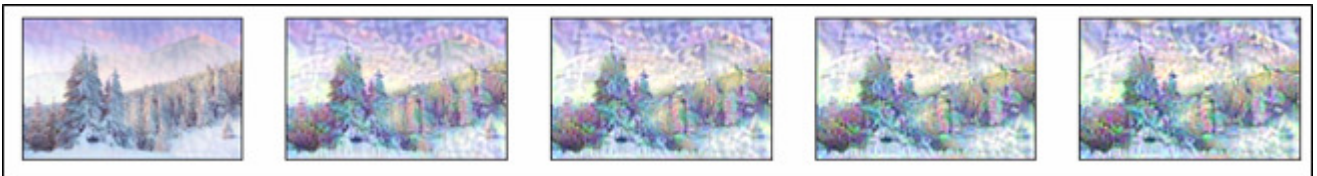
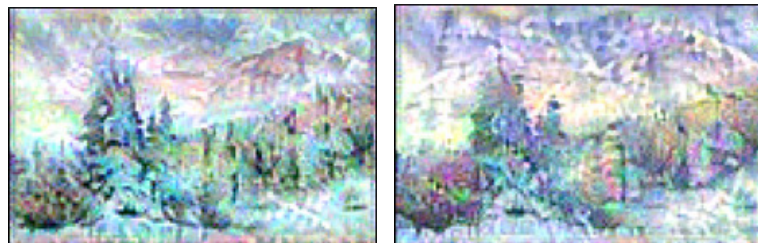


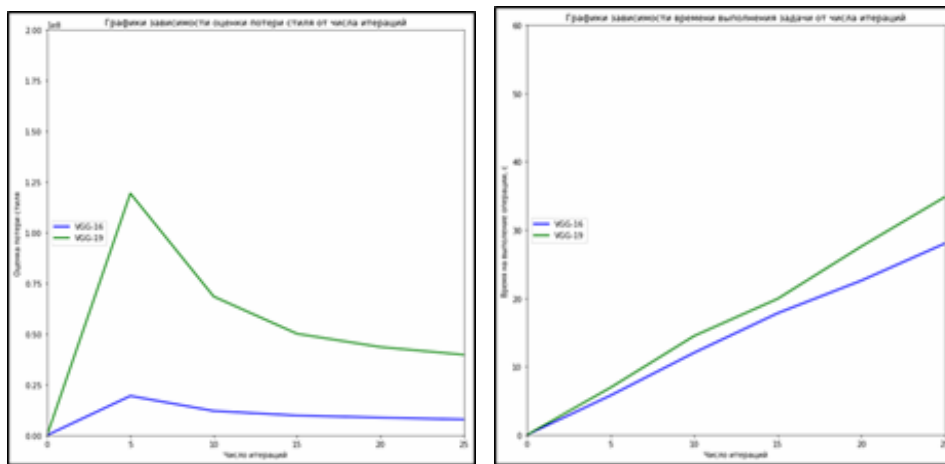
Рис. 5. Процесс передачи стиля с временными результатами после определенного числа итераций



*а*

*б*

Рис. 6. Результаты с применением моделей а) VGG-16 и б) VGG-19



*а*

*б*

Рис. 7. Графики а) оценки потери стиля и б) времени выполнения стилизации изображений с двумя стилями с применением VGG-16 и VGG-19

**Вариант двойной стилизации – Нанесение одного стиля на изображение, а затем второй стиль на первичный результат.** В отличие от предыдущего варианта, данный метод заключается в том, что сначала на исходное изображение наносим один стиль, а затем на первый результат – второй стиль. После выполнения первого этапа задачи результат будет представлен в следующем виде (рис. 8)

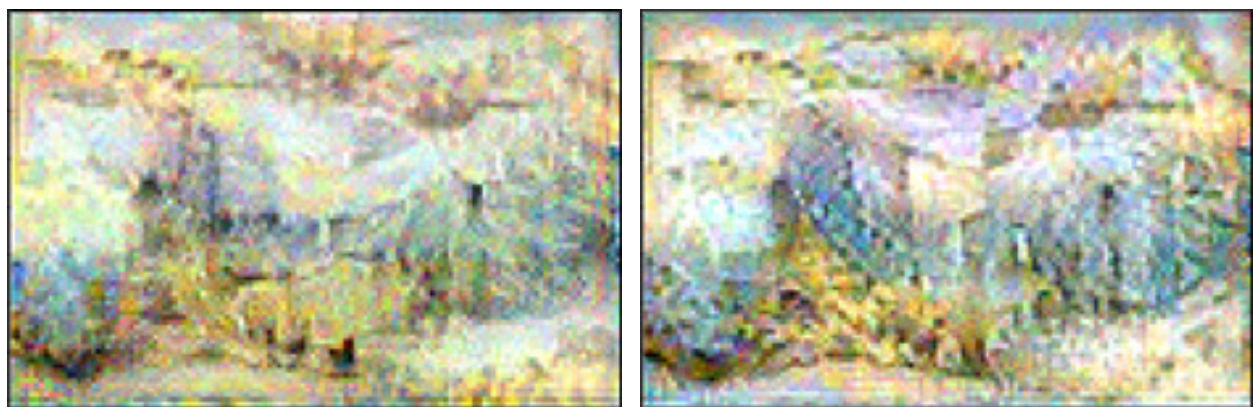


Рис. 8. Результат первого этапа

После выбора модели нейронной сети и загрузки необходимого функционала запускается процесс оптимизации данной задачи, который представлен в следующем виде (рис. 9), а также предоставлены результаты работы системы с применением используемых нейросетей и графики (рис. 10-11).



Рис. 9. Процесс передачи стиля с временными результатами после определенного числа итераций



*а*

*б*

Рис. 10. Результаты с применением моделей а) VGG-16 и б) VGG-19

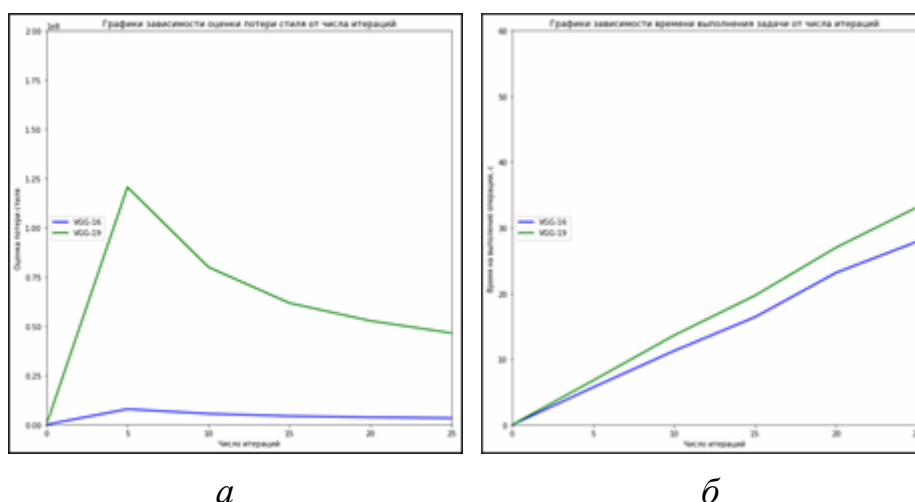


Рис. 11. Графики а) оценки потери стиля и б) времени выполнения стилизации изображений с двумя стилями с применением VGG-16 и VGG-19

По приведенным графикам можно указать, что для выполнения задачи по передаче стиля изображению из предложенных вариантов подходит такой, при котором сначала наносится на изображение первый загруженный стиль, после чего наносится и второй, и используется такая модель сверточной нейронной сети, как VGG-16.

**Заключение.** В данной статье было проведено тестирование работы системы с применением глубоких сверточных нейронных сетей по различным вариантам нанесения двух стилей (двойная стилизация) и сравнение их результатов. Среди критериев сравнения было выделено время на выполнение данной операции и оценка потери стиля. По результату сравнения наилучшим методом был выбран такой, при котором сначала наносится на изображение первый загруженный стиль, после чего наносится и второй, а также для этой эффективной задачи может подойти модель нейронной сети VGG-16.

### Список литературы

- [1]. Поздеев Д.А. Возможности применения искусственных нейронных сетей в медицине. // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. 2021. № 4. С. 53-58
- [2]. Ильин И.В., Оптимизация метода градиентного спуска с помощью нейронной сети.// Вестник современных исследований. 2017. № 4-1 (7). С. 110-112.
- [3]. Бурцев В.А., Белов Ю.С. Технологии машинного обучения в стилизации изображений // Наукосфера. 2022. № 6-1. С. 163-168.
- [4]. Бурцев В.А., Белов Ю.С., Федоров В.О. Разработка модели стилизации изображения с применением технологии нейронных сетей.// Робототехника и искусственный интеллект. 2022. С. 85-93.
- [5]. Китов В.В., Стилизация изображений с переменной силой. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2020. Т. 9. № 1 (49). С. 26-30.

**Бурцев Василий Алексеевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: [basel99@mail.ru](mailto:basel99@mail.ru)

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [iu4-kf@mail.ru](mailto:iu4-kf@mail.ru)

## СИСТЕМА СИНТЕЗА РЕЧИ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ VALL-E

*В статье представлен подход к языковому моделированию для синтеза речи из текста (text-to-speech, TTS). Основным процессом, в котором, является обучение языковой модели нейронного кодировщика (называемой VALL-E), используя дискретные коды, полученные из модели нейронного кодировщика звука. Модель TTS-системы рассматривается как задача условного моделирования языка, а не как задача о регрессии непрерывного сигнала. Во время предварительного обучения увеличивается объем данных обучения до 60 тысяч часов речи, что в сотни раз больше, чем у существующих TTS-систем. VALL-E обладает возможностями контекстного обучения и может использоваться для синтеза высококачественной персонализированной речи с помощью всего лишь 3-секундной записи неизвестного диктора в качестве акустических данных. VALL-E значительно превосходит существующую классическую TTS-систему на основе WaveNet по естественности звучания речи и сходству с речевыми данными диктора.*

**Ключевые слова:** Синтез речи, TTS, VALL-E, нейронный кодировщик, WaveNet

VALL-E (Voice-Audio-Language-Learning-Encoder) - это новая генеративная модель искусственного интеллекта, разработанная исследователями из Microsoft. Она была представлена в 2021 году и является языковой моделью для синтеза речи из текста.

В отличие от традиционных систем синтеза речи, основанных на WaveNet, которые используют регрессию непрерывных сигналов, VALL-E представляет собой условную языковую модель, которая обучается с использованием дискретных данных, производных от нейронной модели аудиокодека [1].

Одним из главных преимуществ модели является возможность сохранения индивидуальности диктора и его эмоционального окраса. Однако при неправильном использовании модели может возникнуть угроза безопасности, так как она может быть использована для мошенничества с идентификацией голоса или подделки голосовой информации. Поэтому при распространении модели на реальные данные необходимо предусмотреть протокол, гарантирующий согласие диктора на использование своего голоса, а также модель обнаружения синтезированной речи.

На рис. 1 представлен обзор модели VALL-E. В отличие от классического конвейера TTS (фонема – мел-спектрограмма – звуковая волна), VALL-E представляет собой конвейер с новой архитектурой (фонема – дискретный код – звуковая волна). VALL-E генерирует дискретные аудио коды на основе фонем и акустических данных, соответствующих целевому содержанию и голосу диктора. VALL-E поддерживает различные подходы синтеза речи, такие как zero-



shot TTS, редактирование речи и создание контента, совмещенного с другими генеративными моделями искусственного интеллекта, такими как GPT-3 [2].

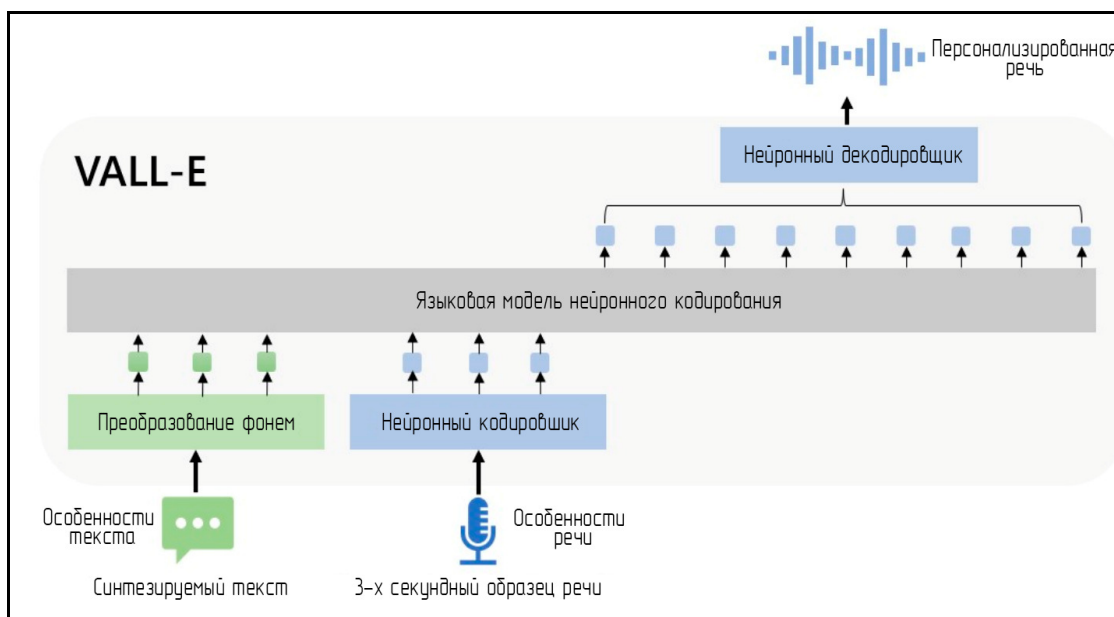


Рис. 1. Архитектура языковой модели VALL-E

За последнее десятилетие произошли значительные прорывы в синтезе речи благодаря развитию нейронных сетей и моделированию end-to-end систем. В настоящее время каскадные системы преобразования текста в речь (TTS) используют конвейер с акустической моделью и вокодером, использующим мел-спектрограммы в качестве промежуточного представления. Несмотря на то, что продвинутые системы TTS могут синтезировать высококачественную речь от одного или нескольких дикторов, для этого всё ещё требуется качественные данные из студии звукозаписи. Большие объёмы данных, собранные из интернета, не могут удовлетворить этому требованию и, как правило, приводят к снижению производительности. Из-за относительно небольшого объема тренировочных данных, текущие системы TTS всё ещё не могут избавиться от проблемы малой универсальности. Подобие голоса диктора и естественность речи далеки до высокого качества и снижаются для новых дикторов в подходе zero-shot TTS.

Для решения проблемы zero-shot TTS существующие системы используют методы адаптации речи диктора и кодирования речи, требующие дополнительной настройки сложных предварительно разработанных функций или сложной модификации структуры модели [3].

Вместо создания сложной и специфической нейронной сети для этой проблемы, конечным решением является обучение модели настолько большим и разнообразным набором данных, насколько это возможно. За последние годы произошло заметное улучшение производительности при увеличении объема данных в языковых моделях, от 16 Гб несжатого текста до 1 Тб. Переноса этот успех в область синтеза речи, была представлена VALL-E, первый фреймворк TTS на основе языковой модели, использующий большой, разнообразный и многоголосовой речевой набор данных. Как показано на рисунке 1, для синтеза

персонализированной речи (например, zero-shot TTS) VALL-E генерирует соответствующие акустические значения, условные относительно акустических значений записи, зарегистрированные в течение 3 секунд, и фонемные особенности, которые соответствуют информации о дикторе и его речевых характеристиках. Сгенерированные акустические значения используются для синтеза конечной звуковой волны с помощью соответствующего декодера нейронного кодировщика. Дискретные акустические значения, полученные из модели аудиокодека, позволяют рассматривать TTS как условное языковое моделирование, и для задач TTS могут быть использованы продвинутое особенности больших моделей на основе речевых данных (как в GPT). Акустические значения также позволяют генерировать разнообразные результаты, используя различные стратегии выборки во время генерации речи [4].

Обучение VALL-E происходит на основе датасета LibriLight, который состоит из 60 тысяч часов речи от более чем 7000 уникальных дикторов. Исходные данные представляют только аудиозаписи, поэтому используется модель распознавания речи для создания транскрипций. В сравнении с предыдущими наборами данных, используемых для обучения классической TTS-системы на основе WaveNet, такими как LibriTTS, данные LibriLight содержат более шумную речь и неточные транскрипции. Однако, предоставляют голоса уникальных дикторов с их фонетическими особенностями [5].

Стоит отметить, что существующие системы TTS всегда обучаются десяткам часов речи одного диктора или сотням часов речи нескольких дикторов, что на несколько порядков меньше, чем у VALL-E [6].

Была проведена оценка VALL-E на наборах данных LibriSpeech, где все испытуемые дикторы не были учтены в обучающей выборке. VALL-E значительно превосходит системы-аналоги последнего поколения в естественности речи и сходстве голоса диктора, с улучшением оценки CMOS (Comparative Mean Opinion Score) на 12 процентов и оценки SMOS (Similarity Mean Opinion Score) на 93%. VALL-E способна показывать различные результаты с одним и тем же текстом и целевым диктором, что может быть полезно для создания псевдоданных для задач распознавания речи. VALL-E также может сохранять акустическую среду (например, реверберацию) и эмоцию (например, гнев).

В данной статье описывается новый подход к синтезу речи с использованием VALL-E, основанного на методах обучения языковых моделей. Были рассмотрены преимущества использования нейронный аудиокодировщика в качестве промежуточного звена вместо традиционного спектрограммного анализа.

## **Заключение**

Рассмотренный подход превосходит существующие системы синтеза речи с использованием нулевого обучения на необученных данных. В частности, VALL-E демонстрирует более естественную речь и высокую степень сходства с оригинальным голосом говорящего.

Основными преимуществами VALL-E являются:

- Возможность использования большого и разнообразного набора данных;

- Возможность синтезировать естественную речь, сохраняя интонацию, эмоциональность и другие характеристики голоса диктора;
- Возможность использования нулевого обучения для синтеза речи новых дикторов.

Таким образом, VALL-E представляет собой мощный инструмент для синтеза речи, который может быть использован в различных областях, таких как разработка голосовых помощников, автоматизация телефонных систем и других приложений, где требуется генерация речи.

### **Список литературы**

[1] N. Zeghidour, A. Luebs, A. Omran, J. Skoglund. SoundStream: An End-to-End Neural Audio Codec. // Transactions on Audio, Speech, and Language Processing. 2022. vol. 30. pp. 495-507

[2] S. Yamane, T. Takano. Machine Translation Considering Context Information Using Encoder-Decoder Model // 2018 IEEE 42nd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC). 2018. pp. 793-794

[3] B. Chen, C. Du, K. Neural Fusion for Voice Cloning // Transactions on Audio, Speech, and Language Processing. 2022. vol. 30. pp. 1993-2001

[4] W. Shang, C. Feng, T. Zhang. Guiding Neural Machine Translation with Retrieved Translation Template // 2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). 2021. pp. 1-7

[5] K. Zhen, J. Sung, M. S. Lee. Scalable and Efficient Neural Speech Coding: A Hybrid Design. Transactions on Audio, Speech, and Language Processing. 2022. vol. 30. pp. 12-25

[6] П. Е. Белоножко. Модификации архитектуры wavernet для реализации вокодера в генеративной модели преобразования текста в речь // Научное обозрение. Технические науки. 2022. № 6. с. 37-42

**Белоножко Павел Евгеньевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: belonozhkope@student.bmstu.ru

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: iu4-kf@mail.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОРАНГОВОЙ АДАПТАЦИИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ТЕКСТУ НА ОСНОВЕ ДИФФУЗИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

*Данная статья описывает метод LoRA (LowRankAdaptation) для генерации изображений по текстовому описанию. Метод LoRA позволяет сократить вычислительную сложность и ускорить процесс обучения за счет использования низкоранговых слоев, полученных с помощью SVD или Input Compression Layers. Эти слои заменяют полносвязные слои в архитектуре диффузионной модели и позволяют сократить количество параметров модели, сохраняя ее способность к обучению и улучшая качество генерируемых изображений. Метод LoRA также снижает риск переобучения модели и улучшает ее обобщающую способность. Данный метод может быть применен в различных системах, связанных с генерацией изображений по текстовому описанию, и может быть полезным инструментом в областях компьютерного зрения, машинного обучения и искусственного интеллекта.*

**Ключевые слова:** Генерация изображений, диффузионные модели, низкоранговая адаптация, LoRA, T2I

Современные системы генерации изображений на основе текстовых описаний являются важным направлением в области искусственного интеллекта и компьютерного зрения. Одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся технологий в этой области являются диффузионные модели. Они позволяют генерировать качественные изображения на основе текстовых описаний, используя нейронные сети и алгоритмы диффузии. Однако, при работе с большими объемами данных, применение диффузионных моделей сталкивается с проблемой вычислительной сложности. Одним из возможных решений этой проблемы может быть применение низкоранговой адаптации LowRankAdaptation (LoRA), позволяющей уменьшить количество параметров и сократить время обучения моделей.

LoRA (LowRankAdaptation) - это метод снижения размерности, который позволяет уменьшить количество параметров в нейронной сети путем замены полносвязных слоев на низкоранговые слои. Полносвязные слои имеют большое количество параметров, что может приводить к переобучению модели и высокой вычислительной сложности. Низкоранговые слои, в свою очередь, имеют значительно меньшее количество параметров, что позволяет снизить риск переобучения и ускорить процесс непосредственного обучения.

Процесс обучения нейронной сети с применением LoRA состоит из нескольких шагов. Сначала проводится обычное обучение нейронной сети с использованием полносвязных слоев. Затем, на основе полученных параметров, производится аппроксимация полносвязных слоев низкоранговыми слоями. В качестве низкоранговых слоев можно использовать, например, слои сингулярного разложения (SVD) или слои сжатия входа (Input Compression Layers). По-

сле этого производится дообучение модели с использованием полученных низкоранговых слоев. [1]

Преимущества применения LoRA заключаются в сокращении количества параметров и ускорении процесса обучения, что особенно актуально для диффузионных моделей.

Диффузионные модели являются вероятностными моделями, которые используются для изучения распределения  $p(x)$  заданного набора данных. Целью этих моделей является удаление шума из нормально распределенной переменной. Этот процесс соответствует обратному процессу обучения фиксированной цепи Маркова длины  $T$ . В контексте синтеза изображений эти модели используют завышенную вариационную нижнюю границу  $p(x)$  для отражения результатов шумоподавления. Для этого используется последовательность шумопо-

давливающих автокодировщиков  $\epsilon_{\theta}(x_t, t); t = 1 \dots T$ , каждый из которых имеет одинаковый вес.[2] Каждый автоэнкодер обучен предсказывать исходную версию входных данных, обозначаемую как  $x_0$ , с учетом зашумленной версии входных данных, обозначаемой как  $x_t$ , на каждом шаге  $t$ . Таким образом, можно упростить соответствующую задачу до

$$L_{DM} = E_{x, \epsilon \sim N(0,1), t} [\|\epsilon - \epsilon_{\theta}(x_t, t)\|_2^2],$$

где  $t$  равномерно выбирается из  $\{1, \dots, T\}$ .

Как и другие генеративные модели, диффузионные модели, позволяют моделировать условные распределения вида  $p(z|y)$ . Чтобы добиться этого, можно использовать автокодировщик с условным шумоподавлением  $\theta(z_t, t, y)$ , который контролирует процесс синтеза с учетом входных данных  $Y$ . Эти данные могут представлять собой текст, семантические карты или другие типы данных, которые могут быть преобразованы изображениями или текстом в изображения.

Обобщая, диффузионные модели основаны на алгоритмах диффузии, которые позволяют сгенерировать изображение по текстовому описанию путем последовательного изменения шума в пространстве пикселей. В процессе генерации изображения шум постепенно "растекается" по пространству, образуя изображение с заданными характеристиками. Однако, при работе с большими объемами данных, обучение диффузионных моделей может занимать много времени и требовать больших вычислительных ресурсов.

Применение LoRA совместно с диффузионными моделями позволяет существенно снизить вычислительную сложность и ускорить процесс обучения. Низкоранговые слои, полученные с помощью LoRA, могут быть использованы в качестве замены полносвязным слоям в архитектуре диффузионной модели. Это позволяет снизить количество параметров и ускорить процесс обучения, что особенно актуально при работе с большими объемами данных (рис. 1).

Кроме того, применение LoRA позволяет улучшить качество генерируемых изображений. Низкоранговые слои, полученные с помощью LoRA, спо-

способны выделять более информативные признаки и улучшать качество генерируемых изображений.

Также, использование LoRA позволяет снизить риск переобучения модели, что может улучшить ее обобщающую способность и уменьшить ошибку на тестовых данных (рис. 2).

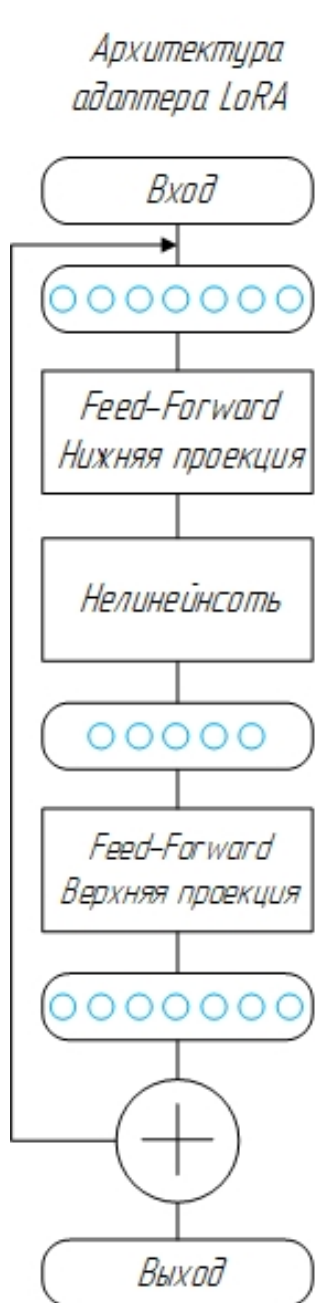


Рис. 1. Схемы архитектуры адаптера LoRA

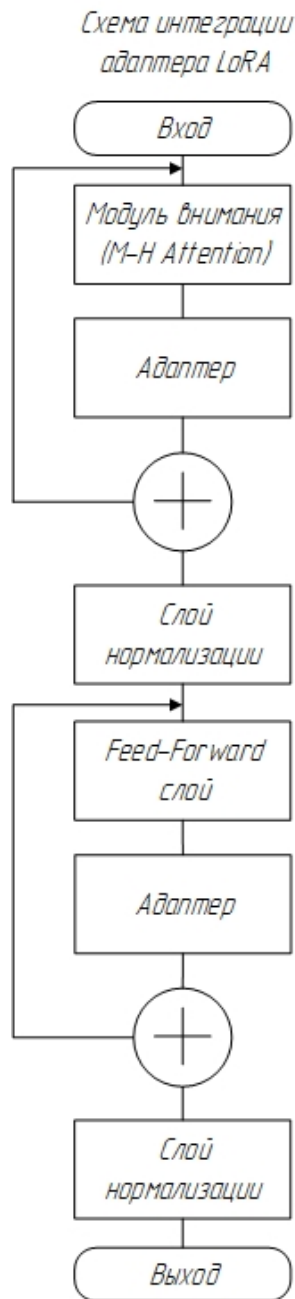


Рис. 2. Схемы интеграции адаптера LoRA

Математическая часть метода LoRA основана на принципе сжатия информации. Низкоранговые слои, полученные с помощью SVD или Input Compression Layers, позволяют сжать информацию о входных данных, сохраняя при этом их основные характеристики. Это позволяет уменьшить количество параметров модели, сохраняя ее способность к обучению (рис. 3). [3]

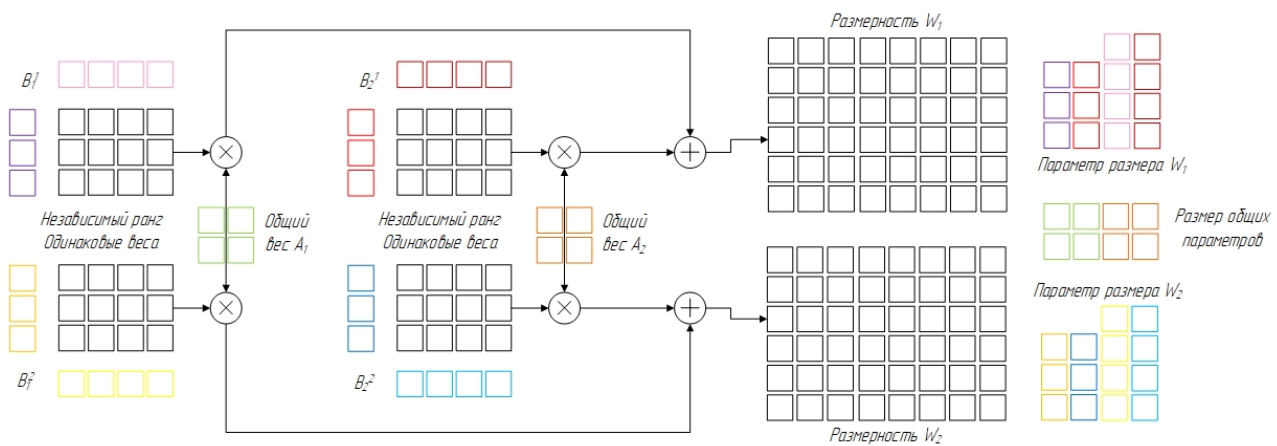


Рис. 3. Схема процесса генерации весов для двух слоев адаптера LoRA

### Заключение

Применение низкоранговой адаптации LowRankAdaptation (LoRA) совместно с диффузионными моделями позволяет существенно снизить вычислительную сложность и ускорить процесс обучения. Низкоранговые слои, полученные с помощью LoRA, позволяют заменить полносвязные слои в архитектуре диффузионной модели, что позволяет снизить количество параметров и улучшить качество генерируемых изображений. Кроме того, использование LoRA позволяет снизить риск переобучения модели и улучшить ее обобщающую способность.

Метод LoRA может быть использован в различных системах, связанных с генерацией изображений по текстовому описанию. Например, его можно применять для создания реалистичных изображений лиц, автомобилей, мебели и других объектов, формируя при этом новые датасеты для будущего обучения и улучшения существующих моделей. Благодаря своей высокой производительности и качеству генерируемых изображений, метод LoRA может быть полезным инструментом в таких областях, как компьютерное зрение, машинное обучение и искусственный интеллект.

Таким образом, использование низкоранговой адаптации LowRankAdaptation (LoRA) совместно с диффузионными моделями позволяет существенно улучшить процесс генерации изображений по текстовому описанию. Метод LoRA позволяет снизить вычислительную сложность, ускорить процесс обучения, улучшить качество генерируемых изображений и снизить риск переобучения модели.

### Список литературы

[1] J. Edward, Y. Shen, P. Wallis. LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models // International Conference on Learning Representations. 2022. ArXiv, abs/2106.09685.

[2] А.О. Левин, Ю.С. Белов. Применение диффузионных моделей для генерации изображений // Научные технологии в приборостроении и машиностроении

и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы Всероссийской научно-технической конференции. 2022. Т. 1. с. 70-73

[3] K. Rabeeh, H. James, R. Sebastian. Compacter: Efficient Low-Rank Hypercomplex Adapter Layers // 35th Conference on Neural Information Processing Systems. 2021. ArXiv, abs/2106.04647

**Левин Артем Олегович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: levinao@student.bmstu.ru

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: iu4-kf@mail.ru



## ТРАНСФЕРНОЕ ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛИ VGG-16

*Анализ медицинских изображений является обширной темой исследований, и за последние десятилетия были опубликованы миллионы работ. Традиционно в области анализа изображений доминировали сложные методы извлечения признаков изображения или дискриминантные признаки, созданные вручную, но недавнее появление алгоритмов глубокого обучения (ГО) положило начало переходу к нерукотворному проектированию, позволяющему автоматизировать анализ изображений. В недавних испытаниях данных для анализа медицинских изображений все команды, занявшие первые места, использовали сверточные нейронные сети (СНС).*

*Однако алгоритмы ГО, включая СНС, требуют большого количества данных для обучения; отсюда следует проблема нехватки данных. В частности, известными проблемами являются ограниченный размер медицинских групп и дороговизна наборов данных, проаннотированных экспертами. Многие исследователи пытались решить эту проблему с помощью методов трансферного обучения. Они направлены на достижение высокой производительности при выполнении целевых задач за счет использования знаний, полученных при выполнении исходных задач.*

**Ключевые слова:** *трансферное обучение, vgg-16, классификация медицинских изображений.*

### **Введение**

Трансферное обучение (ТО) является распространенной практикой для классификации медицинских изображений (КМИ), особенно при ограниченности обучающих данных. В типичных конвейерах ТО для КМИ глубокие сверточные нейронные сети (ГСНС), предварительно обученные на крупномасштабных исходных задачах (например, распознавание объектов в ImageNet), настраиваются как базовые модели для целевых задач КМИ [1].

Ключевым моментом ТО является повторное использование признаков от исходных задач к целевым, что приводит к таким практическим преимуществам, как быстрая сходимость при обучении и хорошие результаты тестирования даже при недостатке целевых данных [2]. Предварительно обученные ГСНС извлекают все более абстрактные визуальные признаки от нижнего к верхнему слою: от низкоуровневых углов и текстур, к среднеуровневым пятнам и деталям, и, наконец, к высокоуровневым формам и паттернам. Хотя формы и паттерны имеют решающее значение для распознавания и сегментации общих визуальных объектов, они не обязательно являются определяющими признаками для заболеваний: заболевания часто могут принимать форму аномальных текстур и пятен, которые соответствуют признакам низкого и среднего уровня [3]. Поэтому интуитивно понятно, что для КМИ может потребоваться только тонкая настройка разумного количества нижних слоев, соответствующих уровню необходимых признаков, и игнорирование верхних слоев. Однако в стандарт-

ной практике ТО для КМИ сохраняются все слои, и они используются как фиксированные экстракторы признаков, или их тонкая настройка осуществляется равномерно.

### Сравнение машинного обучения и трансферного обучения

Традиционное машинное обучение – изолированное обучение по одной задаче, знания не сохраняются и не накапливаются, обучение осуществляется без учета полученных в прошлом знаний в других задачах (см. рис. 1).

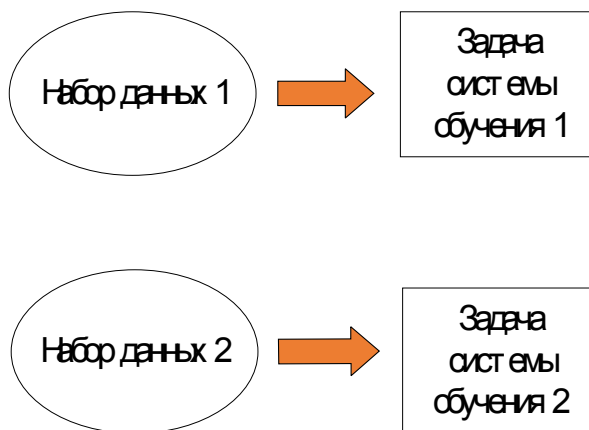


Рис. 1. Схема машинного обучения

Трансферное обучение – изучение новых задач основывается на ранее изученных задачах, процесс обучения может быть более быстрым, точным и требовать меньше обучающих данных (см. рис. 2).

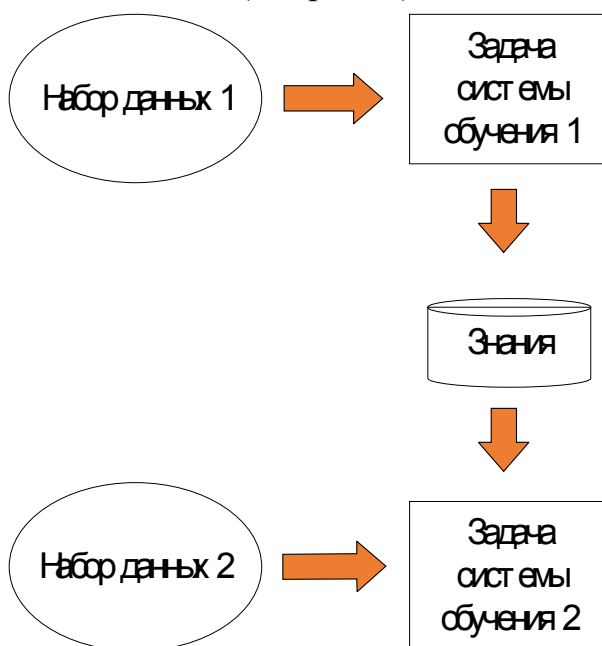


Рис. 2. Схема трансферного обучения

### VGG – 16

VGG-16 считается одной из лучших моделей зрения на сегодняшний день, уникальной особенностью которой является добавление 16 слоев вместо большого количества гиперпараметров (см. рис. 3). В частности, VGG-16 фокусируется на слоях с фильтрами свертки 3x3, шага 1 и прокладки. Благодаря простой концепции, VGG использует только конволюционные слои 3x3 и объединение

2x2 по всей сети фильтров. Классификатор softmax для вывода следует за двумя полностью связанными слоями (каждый из которых имеет 4096 узлов). VGG содержит приблизительно 14 миллионов параметров, потребляемых в полностью подключенном слое, что, однако, приводит к более времени на выполнение этой сетевой модели.

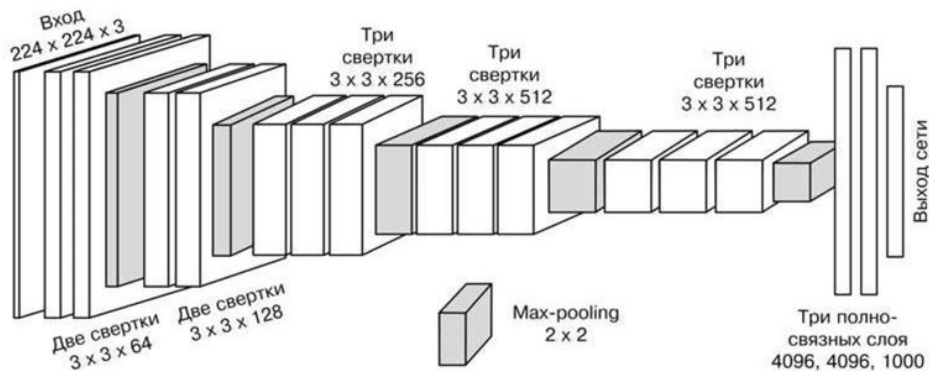


Рис. 3. Архитектура модели VGG-16

### Результаты обучения

Основной целью было построение модели, которая бы классифицировала наличие или отсутствие опухоли у испытуемого на основе МРТ-сканирования [4]. Использовалась модель VGG-16. В качестве метрики для оценки эффективности модели использовалась точность, которую можно определить следующим образом:

$$\text{Точность} = \frac{\text{Количество корректно предсказанных изображений}}{\text{Общее количество проверенных изображений}} \times 100\%$$

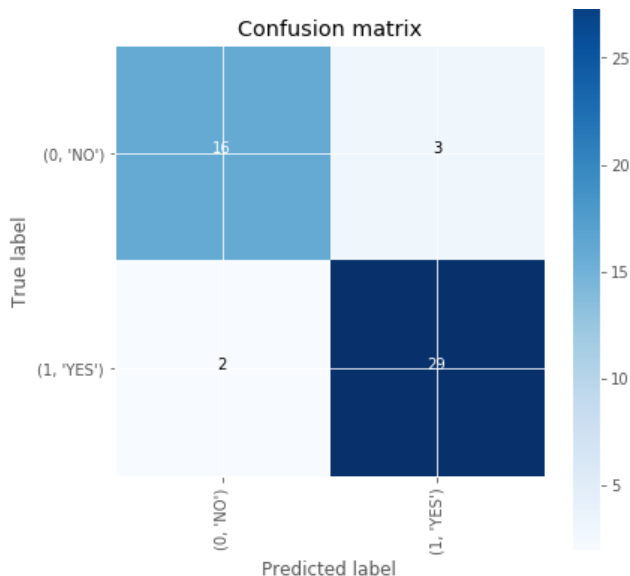
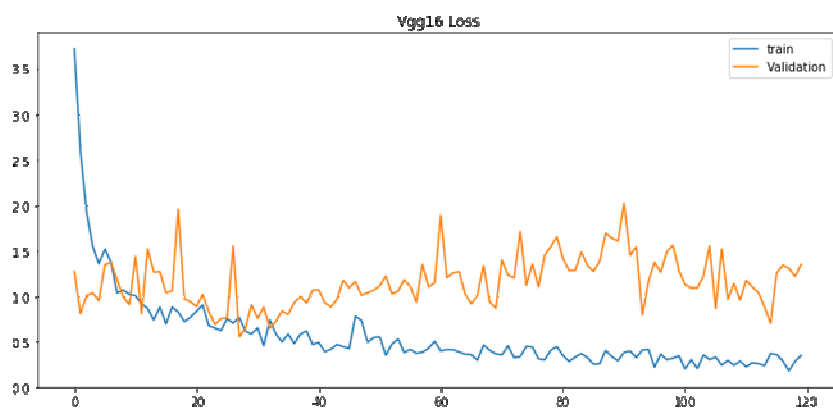
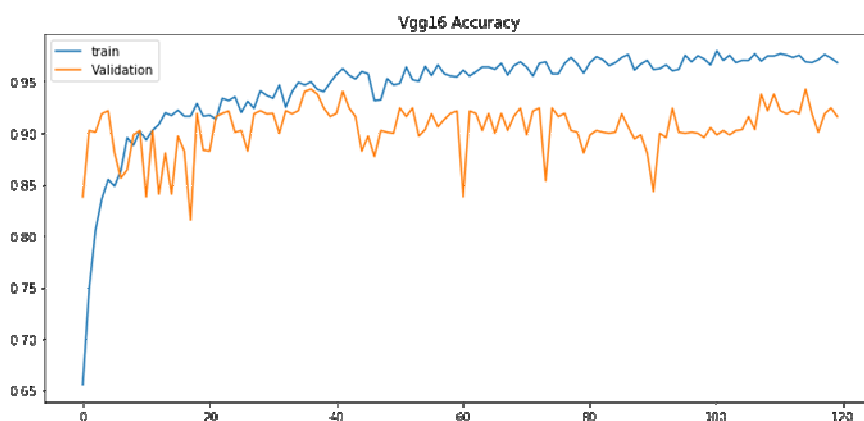


Рис. 4. Матрица ошибок модели VGG-16



**Рис. 5.** Потери обученной модели VGG-16



**Рис. 6.** Точность обученной модели VGG-16

## Заключение

Независимо от размера данных, метода увеличения данных, модели СНС и подхода к передаче знаний, исследования достигали разумных результатов в выполнении своей целевой задачи. Это говорит о том, что трансферное обучение с использованием немедицинского набора данных может быть эффективным способом решения медицинских задач.

Трансферное обучение с использованием сверточных нейронных сетей направлено на улучшение производительности при выполнении новой задачи за счет использования знаний об аналогичных задачах, полученных заранее [5]. Оно внесло значительный вклад в анализ медицинских изображений, поскольку решает проблему нехватки данных, а также экономит время и аппаратные ресурсы.

## Список литературы

- [1] Kim, H.E., Cosa-Linan, A., Santhanam, N. *et al.* Transfer learning for medical image classification: a literature review // *BMC Med Imaging* **22**, 69 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12880-022-00793-7>
- [2] Chan H. P., Samala R. K., Hadjiiski L. M., Zhou C. Deep Learning in Medical Image Analysis // *Advances in experimental medicine and biology*.2020, 1213, pp.3–21. doi: 10.1007/978-3-030-33128-3\_1

[3] Peng L., Liang H., Luo G., Li T. Rethinking Transfer Learning for Medical Image Classification. 2021, <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2022.11.26.22282782v1>

[4] Menze B.H. The Multimodal Brain Tumor Image Segmentation Benchmark (BRATS) // IEEE Trans. Med. Imaging. Oct. 2015, vol. 34, no. 10, pp. 1993–2024

[5] Петров А. И., Белов Ю. С. Модели классификации медицинских изображений при трансферном обучении. 2023, <http://e-scio.ru/wp-content/uploads/2023/01/Петров-А.-И.-Белов-Ю.-С.pdf>

**Петров Артем Ильич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [artemchik010800@gmail.com](mailto:artemchik010800@gmail.com)

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [iu4-kf@mail.ru](mailto:iu4-kf@mail.ru)

## СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕГИСТРАЦИИ ОБЛАКА ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК

Регистрация облака точек -ключевой этап 3d реконструкции изображений и других задач, связанных с компьютерным зрением. Существует множество методов регистрации облаков точек, их можно грубо разделить на две категории, основываясь на том, как именно они решают задачу.

**Ключевые слова:** регистрация облака точек, облако точек, компьютерное зрение, распознавание объектов, 3D реконструкция

Регистрация облака точек является важной задачей во многих областях, таких как компьютерное зрение, робототехника и 3D-печать. Она включает в себя поиск преобразования, которое выравнивает два или более облака точек, полученных из разных источников. [5] Методы регистрации облака точек можно разделить на две категории: основанные на характеристиках и прямые методы. В этой статье сравниваются различные методы в каждой категории. Ниже на рис. 1. представлена общая схема работы рассматриваемых методов.

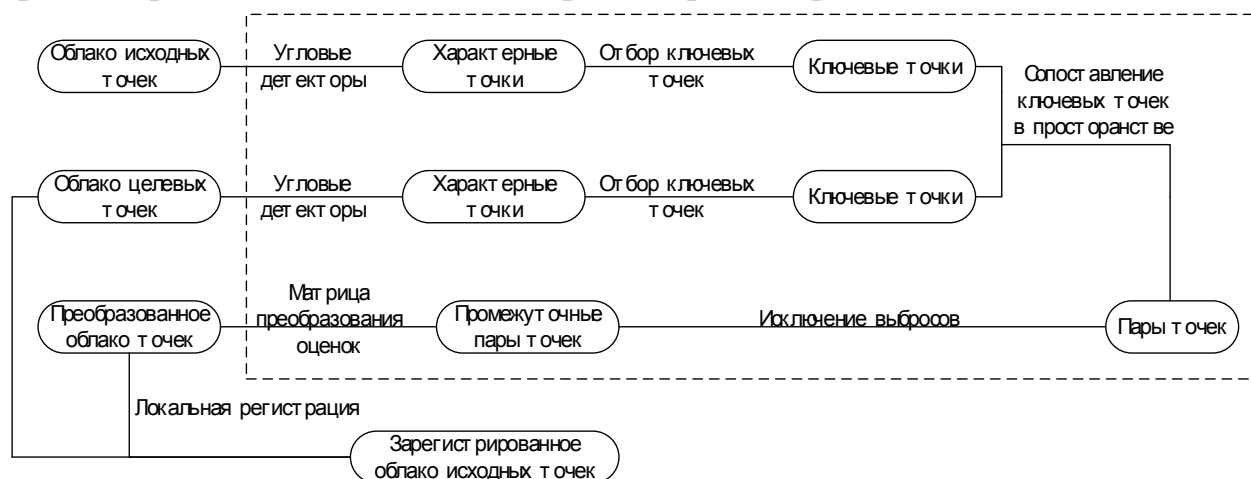


Рис. 1. Схема работы методов регистрации облаков точек

### Методы, основанные на характеристиках:

Методы основаны на поиске общих объектов между облаками точек для их регистрации. Эти объекты могут быть геометрическими, такими как углы или ребра. Ниже приведены некоторые из популярных методов, основанных на функциях:

*Итеративная ближайшая точка (ICP):*

ICP - это широко используемый метод регистрации облака точек. Он работает путем итеративного нахождения ближайшей точки в одном облаке точек к каждой точке в другом, а затем оценки преобразования, которое минимизирует расстояние между ними. ICP имеет несколько вариантов, включая двухточечный, двухплоскостный и нежесткий ICP.

*Масштабно-инвариантное преобразование объектов (SIFT):*[2]

SIFT - это дескриптор объектов, который можно использовать для обнаружения и сопоставления ключевых точек в облаках точек. Он инвариантен к масштабированию, вращению и перемещению и устойчив к шуму и частичной закупорке. SIFT можно комбинировать с RANSAC или другими надежными методами оценки, чтобы найти преобразование между облаками точек.

*Ускоренная надежная функция (SURF):*

SURF - это еще один дескриптор функции, который можно использовать для регистрации облака точек. Он похож на SIFT, но работает быстрее и более устойчив к изменениям точки обзора и освещенности. SURF также можно комбинировать с RANSAC или другими надежными методами оценки.

### **Прямые методы:**

Прямые методы не полагаются на поиск объектов между облаками точек, а вместо этого напрямую минимизируют метрику расстояния между ними. Ниже приведены некоторые из популярных прямых методов:

*Модель гауссовой смеси (GMM):*

GMM - это статистическая модель, которая может быть использована для оценки плотности облака точек. Его можно использовать для регистрации облака точек путем моделирования совместной плотности двух облаков точек и нахождения преобразования, которое максимизирует перекрытие между ними. Было показано, что GMM эффективен для регистрации облаков точек с нежесткими деформациями.

*Когерентный точечный дрейф (CPD):[4]*

CPD - это метод, который использует модель гауссовой смеси для оценки соответствия между двумя облаками точек. Затем он оценивает преобразование, которое максимизирует вероятность соответствий. CPD устойчив к шуму и может выдерживать нежесткие деформации.

*Глобальная регистрация облака точек (GPCR): [3]*

GPCR - это метод, который использует подход глобальной оптимизации для регистрации облаков точек. Он использует стратегию "от грубого к точному" для нахождения глобального оптимума и может обрабатывать крупномасштабные облака точек с миллионами точек. Было показано, что GPCR эффективен для регистрации облаков точек с большими смещениями и поворотами.

### **Оценка эффективности работы:**

Была оценена скорость работы алгоритмов из обеих категорий и ошибка регистрации. Таблицы сравнения приведены ниже в таблице 1. [1][2]

*Таблица 1*

### **Сравнение работы методов регистрации точек**

Название метода	Средняя ошибка в градусах	Скорость
ICP	7.29	2.58
SIFT	-	0.06
SURF	-	0.16
GMM	0.77	31.3
CPD	1.91	0.23
GPCR	3.02	0.44

Результаты показали, что все методы были способны регистрировать облака точек с низкими ошибками регистрации. Прямые методы превосходили основанные на характеристиках методы по времени вычислений.

#### **Заключение:**

В этой статье были рассмотрены различные методы регистрации облака точек, включая основанные на характеристиках и прямые методы, и оценили их производительность. Результаты показали, что все методы были способны регистрировать облака точек с низкими ошибками регистрации. Однако прямые методы превосходили методы, основанные на характеристиках, с точки зрения времени вычислений, причем GPCR был самым быстрым методом.

Выбор метода регистрации облака точек зависит от конкретных требований приложения, таких как размер и сложность облаков точек, желаемая точность и доступные вычислительные ресурсы. Методы, основанные на объектах, могут подходить для небольших облаков точек с отчетливыми объектами, в то время как прямые методы могут быть более подходящими для больших и более сложных облаков точек. Эффективность методов также может быть улучшена за счет использования комбинации различных методов или за счет включения предварительных знаний о месте происшествя.

#### **Список литературы**

[1] B. Eckart, K. Kim, J. Kautz. Fast and accurate point cloud registration using trees of gaussian mixtures // arXiv preprint arXiv:1807.02587 (2018). 1807.02587.pdf (arxiv.org)

[2] N.Y. Khan, B. McCane, G. Wyvill. SIFT and SURF Performance Evaluation Against Various Image Deformations on Benchmark Dataset. Conference // 2011 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA), Noosa, QLD, Australia, December 6-8 (2011). [https://www.researchgate.net/publication/221210176\\_SIFT\\_and\\_SURF\\_Performance\\_Evaluation\\_against\\_Various\\_Image\\_Deformations\\_on\\_Benchmark\\_Dataset](https://www.researchgate.net/publication/221210176_SIFT_and_SURF_Performance_Evaluation_against_Various_Image_Deformations_on_Benchmark_Dataset)

[https://www.researchgate.net/publication/221210176\\_SIFT\\_and\\_SURF\\_Performance\\_Evaluation\\_against\\_Various\\_Image\\_Deformations\\_on\\_Benchmark\\_Dataset](https://www.researchgate.net/publication/221210176_SIFT_and_SURF_Performance_Evaluation_against_Various_Image_Deformations_on_Benchmark_Dataset)

[3] Y. Liu, C. Wang, Z. Song, M. Wang. Efficient Global Point Cloud Registration by Matching Rotation Invariant Features Through Translation Search. 2018. [https://openaccess.thecvf.com/content\\_ECCV\\_2018/papers/Yinlong\\_Liu\\_Efficient\\_Global\\_Point\\_ECCV\\_2018\\_paper.pdf](https://openaccess.thecvf.com/content_ECCV_2018/papers/Yinlong_Liu_Efficient_Global_Point_ECCV_2018_paper.pdf)

[4] A. Myronenko, X. Song. Point Set Registration Coherent Point Drift. (2009). <https://arxiv.org/pdf/0905.2635.pdf>

[5] Е.А. Панина, Ю.С. Белов. Анализ алгоритмов нахождения характерных точек изображений // Всероссийская научно-техническая конференция – 2022 с.55 (2022)

**Панина Екатерина Александровна** – студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: Panina.Kaluga@yandex.ru



**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [iu4-kf@mail.ru](mailto:iu4-kf@mail.ru)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ СЛОВ И ЭМОЦИЙ НА ОСНОВЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ РЕЧИ

Нейронная сеть – это система обработки данных, состоящая из большого количества простых, сильно взаимосвязанных элементов обработки в архитектуре, вдохновленной структурой коры головного мозга. Следовательно, нейронные сети часто способны делать вещи, с которыми хорошо справляются люди или животные, но с которыми обычные компьютеры часто справляются плохо. Нейронные сети появились в последние несколько лет как область необычных возможностей для исследований, разработок и применения к множеству реальных проблем. Нейронные сети обладают характеристиками и возможностями, которых нет ни в одной другой технологии.

**Ключевые слова:** машинное обучение, нейронные сети, распознавание эмоций, интеллект, программирование, скрытые марковские модели, модель гауссовых смесей, акустические модели, искусственные нейронные сети

### Введение

Нейронные сети являются одним из самых мощных инструментов в области машинного обучения и искусственного интеллекта. Они используются для решения различных задач, таких как распознавание образов, обработка естественного языка и прогнозирование временных рядов. В этой статье рассмотрены различные модели нейронных сетей, которые используются для решения различных задач, а также сравнительный анализ относительно каждой из моделей.

### Скрытые Марковские модели

Одним из самых успешных и популярных методов статистического моделирования стали скрытые Марковские модели (HiddenMarkovModels).

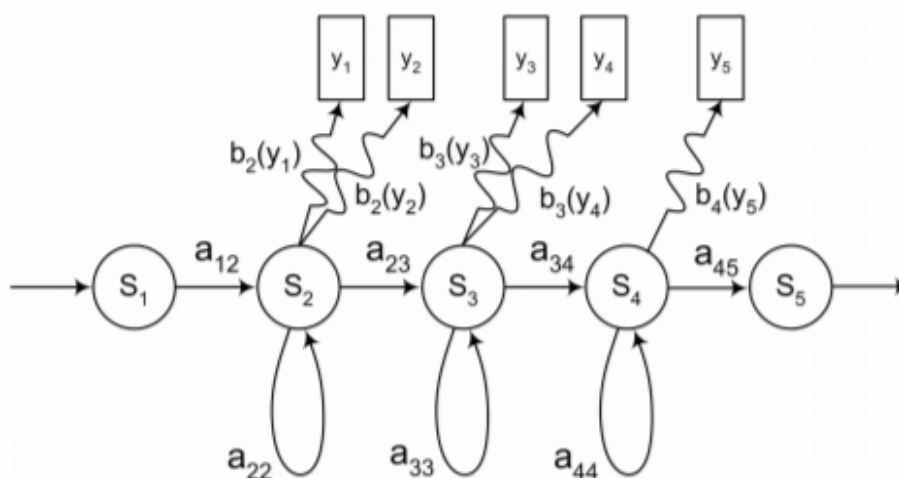


Рис.1. Пример скрытой Марковской модели

Теоретическое описание моделей были сформулированы в 60х-70х годах прошлого века в работах Л. Бауман, а практические результаты автоматического распознавания речи изложены в работах Д. Бейкером из компании CMU и Ф. Елинеком и его коллегами из IBM в 1970-х годах [5]. Модель состоит из последовательности состояний, обозначенных  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , которые связаны переходами, имеющими вероятность  $a_{ij}$ , то есть вероятность перехода из состояния  $i$  в  $j$ .

### Модель Гауссовых смесей

В современных системах распознавания речи широко используются модели гауссовых смесей (GaussianMixtureModel, GMM). Для реализации задачи необходимо также определить векторы средних, матрицы ковариации и веса компонентов. Эту задачу можно решить с помощью EM-алгоритма. Expectation-Maximization (EM) – алгоритм математической статистики, который используется для нахождения оценок максимального правдоподобия параметров вероятностных моделей) [4]. EM-алгоритм состоит из двух шагов. В первую очередь вычисляются вероятности принадлежности каждой точки данных к кластеру на основании параметров модели. А на втором шаге происходит обновление модели в соответствии с кластерным распределением, проведенным на первом шаге. В качестве входных данных подается обучающая последовательность векторов  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ .

Данная модель представляет собой взвешенную сумму Гауссиан:

$$p(x|\alpha) = \sum_{i=1}^M \omega_i p_i(x)$$

где  $\alpha$  – модель диктора,  $M$  – количество компонентов модели;  $\omega$  – веса компонентов, такие что

$$\sum_{i=1}^M \omega_i = 1$$

### GMM акустические модели

Существует несколько акустических моделей, которые запускаются одинаково, однако результаты каждой предыдущей модели являются стартовой точкой для тренировки более сложной модели, с более сложным входным и выходным параметрами и функцией распределения вероятностей. Таким образом, получается, что более точные данные у моделей, которые основываются на предыдущих.

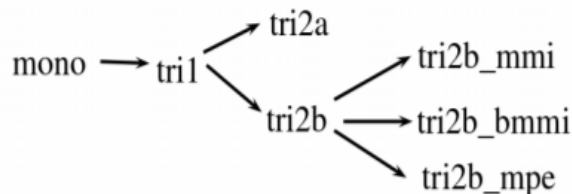


Рис. 2. Иерархия акустических моделей

Первоначально обучается монофонная модель “mono”, которая использует MFCCs. MFCC – (MelFrequencySpectralCoefficients) мел-частотные кепстраль-

ные коэффициенты – это вектор обычно из 13 вещественных чисел, которые характеризуют звуковой сигнал [5].

### Искусственные нейронные сети

К другому классу моделей относят искусственные нейронные сети (ИНС). Они используются для акустико-фонетического моделирования речевого сигнала. Структуры и принципы работы модели основываются на биологических моделях нервных систем, особенно на моделях головного мозга. Впервые была смоделирована У. Маккалоком и У. Питтсом в 1943 году [2]. Самой известной и наиболее распространенной моделью нейронной сети является многослойная нейронная сеть. Элементы многослойной сети разделены на несколько слоев, внутри слоя элементы можно считать линейно упорядоченными и не взаимодействующими между собой [1]. Каждый нейрон сети (кроме нейронов входного слоя – рецепторов) получает входной сигнал от каждого нейрона предыдущего слоя и выходной сигнал нейрона (кроме последнего слоя) поступает на вход нейронов последующего слоя. Первые работы по использованию таких сетей в системах распознавания речи выявили один важный недостаток ИНС. Эти модели отлично распознавали изолированные слова, но попытки использования в системах распознавания слитной речи не увенчались успехом.

### Сети долгосрочно-краткосрочной памяти

Сети долго-краткосрочной памяти (LongShortTermMemoryLSTM) впервые были предложены Хохрейтером и Шмидхубером (1997). Данный вид сети был спроектирован, с целью исключить проблемы долгосрочных зависимостей. У каждого нейрона имеется клетка памяти и три фильтра: входной, выходной, забывающий. Главная цель этих фильтров – защита информации.

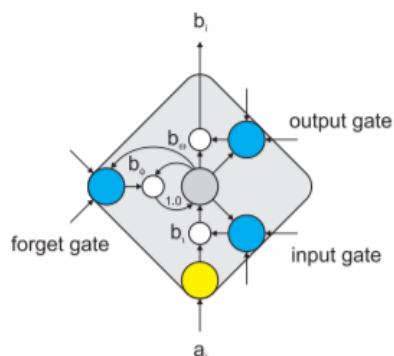


Рис. 3.LSTM: ячейка памяти

В первую очередь LSTM следует решить какую информацию можно «забыть» (forgetgate layer), выходное значение данного фильтра варьируется от 0 до 1, где 1 – сохранить, а 0 – «забыть» [3]. Следующим шагом необходимо решить, какую новую информацию необходимо сохранить. Последним шагом осуществляется принятие решения, какое выходное значение необходимо передать.

### Гибридные модели СММ и ИНС

Каждый из методов в отдельности имеет свои недостатки, поэтому в начале 90-х годов прошлого века ученые пришли к идее комбинирования двух подходов, которую они определили, как гибридную СММ/ИНС модель. В резуль-

тате специалисты смогли повысить точность распознавания речи, при этом СММ обеспечивают возможность моделирования долговременных зависимостей, а ИНС – возможность дискриминантного обучения [2]. В настоящий момент существует несколько методов по объединению ИНС и СММ. Ученые выделяют основных два метода. Первый основан на построении гибридных моделей для получения вероятностей. Архитектура гибридной модели представлена на рис. 5.

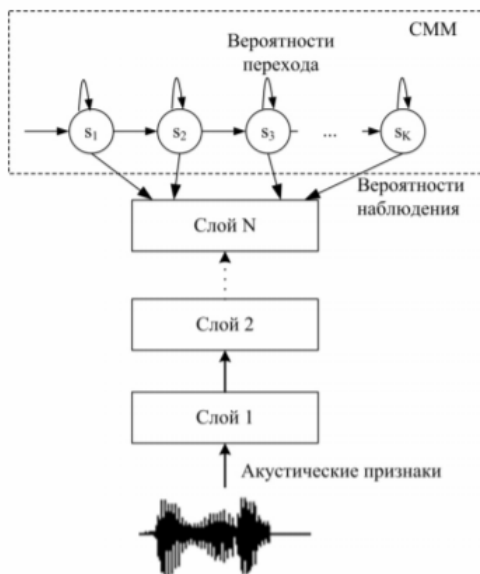


Рис. 4. Архитектура гибридной СММ/ИНС модели

### Заключение

Представленные модели могут быть использованы для распознавания образов, обработки естественного языка, прогнозирования временных рядов и многих других задач. Каждая модель имеет свои преимущества и недостатки, и выбор правильной модели зависит от конкретной задачи и доступных данных. Несмотря на то, что нейронные сети являются достаточно сложными и требуют большого количества вычислительных ресурсов, они все чаще используются в реальных проектах и продолжают развиваться, предоставляя новые возможности для решения сложных задач в различных областях.

### Список литературы

[1] Hinton G. et al. Deep neural networks for acoustic modeling in speech recognition: The shared views of four research groups // IEEE Signal Processing Magazine. – 2012. – Т. 29. – №. 6. – С. 82-97

[2] Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети : учебник для вузов / В. С. Ростовцев. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 216 с. – ISBN 978-5-8114-7462-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160142> (дата обращения: 07.10.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей

[3] CarolinaMachado, J. Paulo Davim: Emotional Intelligence and Neuro-Linguistic Programming: New Insights for Managers and Engineers (Manufacturing Design and Technology, 2019, pp. 68-81, doi: 10.1201/b22180

[4] Кипяткова И. С., Карпов А. А. Разновидности глубоких искусственных нейронных сетей для систем распознавания речи //Труды СПИИРАН. – 2016. – Т. 6. – №. 49. – С. 80-103

[5] Schuller B., Rigoll G., Lang M., Hidden Markov Model Based Speech Emotion Recognition, – 2003 – IEEE ICASSP, 1-3 pp

**Вялых Софья Андреевна** – E-mail: [sofiyavyalykh@gmail.com](mailto:sofiyavyalykh@gmail.com)

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [iu4-kf@mail.ru](mailto:iu4-kf@mail.ru)

## ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ТЕКСТОВОМУ ОПИСАНИЮ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

**Введение.** Эволюция генеративно-сопоставительных сетей (GAN) продемонстрировала значительный результат в задаче синтеза изображений, повышения разрешения, дополнения деталями и преобразовании одних изображений в другие [1]. GAN состоит из двух нейронных сетей: одна для генерации данных, а другая для классификации реальных/поддельных данных. GAN основаны на теории игр для обучения генеративных моделей. Их основная цель – обучить генератор генерировать выборки и дискриминатор различать истинные и ложные данные. Для создания более качественного реалистичного изображения было выполнено кодирование текста с использованием рекуррентных нейронных сетей (RNN), а для декодирования изображения использованы сверточные слои [2]. Была разработана GAN с рекуррентной сверткой (RC-GAN), представляющая собой простую и эффективную модель для синтеза изображений из текстовых описаний, написанных человеком. Модель была обучена на наборе данных Oxford-102 Flowers и обеспечивает высокое качество синтезированных изображений [3].

**Набор данных.** Использовался набор данных «Oxford-102 Flowers», включающий 8189 изображений цветов разных видов. В нем 102 класса; каждый класс состоит из 40-60 изображений, и каждое из изображений имеет 10 соответствующих текстовых описаний. В этом исследовании были рассмотрены 8000 изображений для обучения. Этот набор данных использовался для обучения модели с количеством эпох, равным 300.

Для нормализации текстовых данных был использован токенизатор NLTK, который преобразовывал текстовые предложения в слова. Эти токенизированные списки слов были преобразованы в массив идентификаторов подписей. Все обучающие изображения и тестовые изображения были изменены до разрешения  $128 \times 128$ . В целях обучения изображения были преобразованы в массивы, а словарь и изображения были загружены в модель [4].

**Архитектура модели.** Используемый набор данных состоял из изображений цветов и их соответствующих текстовых описаний. Для генерации правдоподобных изображений из текста с использованием GAN была выполнена предварительная обработка текстовых данных и изменение размера изображения. Затем эти данные были использованы в качестве входных данных для предложенной модели. Для сбора контекстной информации текстовых последовательностей использовалась рекуррентная нейронная сеть путем определения взаимосвязи между словами в измененных временных метках [5]. Преобразование текста в изображение было выполнено с использованием RNN и сверточной нейронной сети (CNN). CNN распознала полезные характеристики изображений без необходимости вмешательства человека. Входная последовательность была передана RNN, которая преобразовала текстовые описания в вложения слов размером 256. Эти вложения слов были объединены с 512-мерным

вектором шума. Чтобы обучить данную модель, был взят пакет размером 64 с закрытой обратной связью 128 и передан входной шум и ввод текста в генератор [6]. Архитектура предлагаемой модели представлена на рис. 1.

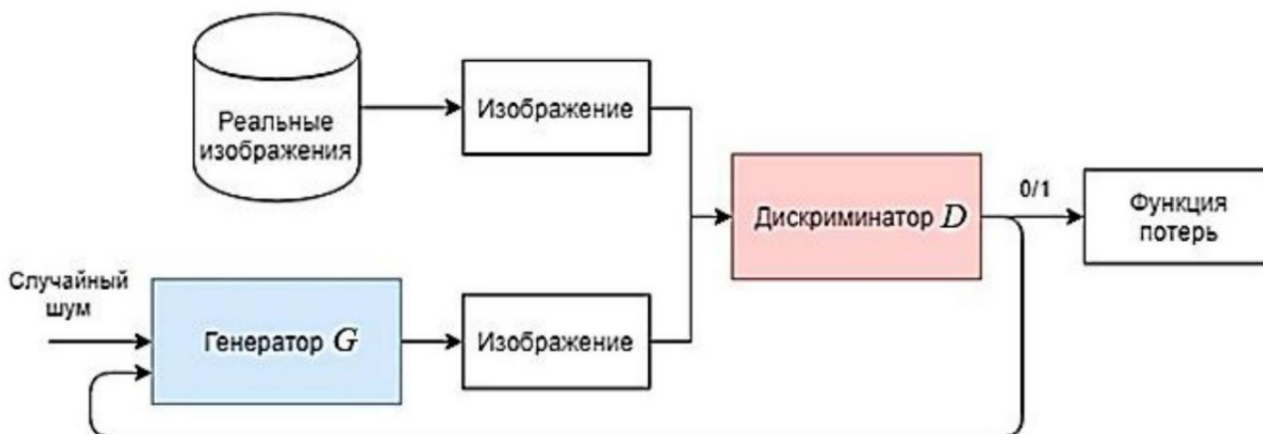


Рис. 1. Архитектура модели

Семантическая информация из текстового описания использовалась в качестве входных данных для модели генератора, которая преобразует характеристическую информацию в пиксели и генерирует изображения. Это сгенерированное изображение использовалось в качестве входных данных в дискриминаторе вместе с реальными/сгенерированными текстовыми описаниями и реальными примерами изображений из набора данных.

Затем последовательность различных пар (изображение и текст) предоставляется в качестве входных данных для модели: входные пары реальных изображений и реальных текстовых описаний, неправильные изображения и несоответствующие текстовые описания, а также сгенерированные изображения и реальные текстовые описания. Предоставляются реальные комбинации фотографий и реальных текстов, чтобы модель могла определить, совпадают ли конкретные комбинации изображений и текста. Неверное изображение и настоящее текстовое описание говорят о том, что изображение не соответствует подписи. Дискриминатор обучен распознавать реальные и сгенерированные изображения. В начале обучения дискриминатор хорошо различал реальные/неправильные изображения. Потеря была рассчитана для улучшения веса и обеспечения обратной связи для обучения модели генератора и дискриминатора. В процессе обучения, генератор выдавал более реалистичные изображения и обманывал дискриминатор при различении реальных и сгенерированных изображений.

**Результаты.** Обучение предложенной модели проводилось на графическом процессоре Nvidia 1070 Ti, с 32 ГБ памяти и операционной системе Windows 10. Веса генератора и дискриминатора были оптимизированы с помощью оптимизатора Adam, размер мини-пакета составлял 64, а скорость обучения составляла 0,0003. Примеры изображений, сгенерированных моделью, показаны на рис. 2.





Рис. 2. Пример изображений, сгенерированных моделью

Для оценки производительности предложенной модели рассчитываются значения начальной оценки (IS) и PSNR. Начальные оценки отражают разнообразие и качество сгенерированных изображений. PSNR используется для расчета пикового отношения сигнал-шум в децибелах между двумя изображениями. С помощью этого коэффициента сравнивается качество исходного и полученного изображения. Значение PSNR увеличивается по мере улучшения качества созданного или синтезированного изображения. Значение PSNR составило 30,12 децибел.

В табл. 1 приведено сравнение показателей начальной оценки среди различных моделей.

Таблица 1

### Значение начальной оценки для различных моделей

Модель	Начальная оценка (IS)
GAN-INT-CLS	2,66
StackGAN	3,20
StackGAN++	3,26
HDGAN	3,45
DualAttn-GAN	4,06
RC-GAN	4,15

**Заключение.** В области компьютерного зрения и обработки естественного языка генерация изображений по текстовому описанию является популярной темой. Для создания визуально реалистичных и семантически согласованных изображений была представлена модель, основанная на глубоком обучении (RC-GAN). Эксперименты с набором данных Oxford-102 показали, что предло-

женная модель GAN генерирует изображения более высокого качества по сравнению с существующими моделями, обеспечивая наилучшее значение IS. Производительность предложенного метода сравнивалась с эффективностью современных методов с использованием IS. Данная модель достигла IS 4,15 и значения PSNR 30,12 дБ в наборе цветов Oxford-102.

### Список литературы

[1]. Дроздов Д.С., Белов Ю.С. Интерактивный синтез изображений из текста с помощью нейронных сетей // Научно-технические технологии в приборостроении и развитии инновационной деятельности в вузе: материалы Всероссийской научно-технической конференции, 15–17 ноября 2022 г. Т. 2. – Калуга: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. – С. 287-290.

[2]. Berrahal, M.; Azizi, M. Optimal text-to-image synthesis model for generating portrait images using generative adversarial network techniques. *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.* 2022, pp. 972–979.

[3]. Zhang, Y.; Han, S.; Zhang, Z.; Wang, J.; Bi, H. CF-GAN: Cross-domain feature fusion generative adversarial network for text-to-image synthesis. *Vis. Comput.* 2022, pp. 1–11.

[4]. Cai, Y.; Wang, X.; Yu, Z.; Li, F.; Xu, P.; Li, Y.; Li, L. Dualattn-GAN: Text to image synthesis with dual attentional generative adversarial network. *IEEE Access* 2019, pp. 183706–183716.

[5]. C.-H. Lin, E. Yumer, O. Wang, E. Shechtman, and S. Lucey. ST-GAN: Spatial transformer generative adversarial networks for image compositing. *Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit.*, Jun. 2018, pp. 9455–9464.

[6]. Liu, R.; Ge, Y.; Choi, C.L.; Wang, X.; Li, H. Divco: Diverse conditional image synthesis via contrastive generative adversarial network. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Nashville, TN, USA, 20–25 June 2021; pp. 16377–16386.

**Дроздов Дмитрий Сергеевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: dmtr636@gmail.com

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: iu4-kf@mail.ru

## ГЕНЕРАЦИЯ ЖАНРОВОЙ МУЗЫКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАЦИОННОГО АВТОЭНКОДЕРА

*Недавние работы показали успех в создании музыки с использованием вариационного автоэнкодера (VAE). Однако стиль сгенерированной музыки обычно регулируется или ограничивается обучающим набором данных. В этой работе предложена новая формула VAE, которая позволяет пользователям определять стиль создаваемой музыки. Технически данная реализация VAE состоит из двух скрытых пространств – пространства контента и пространства стиля для кодирования содержания и жанра песни по отдельности. Каждый стиль представлен непрерывным внедрением стилей, в отличие от других работ, в которых в основном использовались дискретные или однократные метки стилей. Предлагаемая модель обучена общедоступным наборам данных, состоящим из хоралов Баха и западных народных мелодий. Эмпирически, а также с точки зрения теории музыки видно, что предложенная нами модель может генерировать более качественные музыкальные образцы каждого стиля, чем базовая модель.*

**Ключевые слова:** генерация музыки, нейронные сети, VAE, MIDI-формат.

Развитие глубоких нейронных сетей (DNN), в частности вариационного автоэнкодера (VAE) и генеративно-сопоставительных сетей (GAN), стирает грань между искусством и наукой [4]. Недавние усилия продемонстрировали способность DNN генерировать различные формы творческого контента с приличным, если не хорошим качеством. В результате музыканты и художники смогли использовать возможности DNN для расширения своих идей для создания творческого контента. Эти приложения глубокого обучения были бы намного полезнее в использовании, если бы пользователи могли иметь больше контроля над моделью.

Используемый набор данных построен из MIDI-файлов. Сообщение, содержащее MIDI-события, кодируется в виде списка векторов [6]. Каждый образец разбит на сегмент из 4 тактов, и каждый из этих сегментов представляет собой список нот, представленных в векторе  $X$ , упорядоченных по времени начала нот и в порядке возрастания высоты тона для аккордов. Каждый вектор  $X$  содержит 3 признака: ( $P$ ,  $dt$ ,  $D$ ).  $P$  – это однократный тензор  $P \in \{0, 1\}^{nT, 89}$ , где  $nT$  – количество нот в сегменте, а 89 – общее количество различных тонов плюс дополнительный безмолвный тон, представляющий конец фразы из 4 тактов.  $dt$  – это количество времени в ударах после воспроизведения предыдущей ноты и до воспроизведения следующей ноты. Вся нота (4 доли) квантуется на 33 бина и  $dt$  представляется как однократный тензор  $dt \in \{0, 1\}^{nT, 33}$ , где  $dt = 0$  означает, что нота играется вместе с предыдущей нотой, для создания интервалов и аккордов.  $D$  – это длительность удерживаемой ноты в ударах, и она кодируется аналогично  $dt$ ,  $D \in \{0, 1\}^{nT, 33}$ . Квантование информации о времени в 33 ячейки

позволяет моделировать все распространенные длины нот в музыкальной теории (полубрев, миним, кроше и т. д. и их точечный аналог), а также сложные длины нот, такие как орнаменты и триоли.

В создаваемой модели принята последовательность VAE, которая состоит из двух сетей, а именно кодера и декодера [2]. И кодировщик, и декодер моделируются как варианты рекуррентных нейронных сетей (RNN)[7]. VAE накладывает априорное распределение  $p(z)$  на скрытые переменные  $z$ , в то время как кодировщик изучает аппроксимированное апостериорное  $q(z|x) = N(\mu, \sigma)$ . Из-за процесса выборки градиенты этой сети не поддаются обработке. Таким образом, используется прием репараметризации, где  $z = \mu + \epsilon\sigma$ .  $\mu$  и  $\sigma$  – среднее и стандартное отклонение скрытого распределения, оба моделируются кодером.  $\epsilon$  – случайный гауссовский шум. Декодер  $p(x|z)$  учится восстанавливать ввод. Общая формулировка VAE выглядит следующим образом:

$$L_V = L_r - \beta D_{kl}(q(z|x)||p(z))$$

где  $L_r$  – потери при реконструкции, которые в нашем случае представляют собой перекрестную энтропию между реконструированными выходными данными  $\bar{X}$  и  $X$ . Второй член – это расхождение Кульбака-Лейблера (KL) между апостериорным и априорным распределением. Оптимизация члена KL заставит скрытое распределение быть близким к распределению Гаусса.  $\beta$  представляет собой вес, чтобы сбалансировать компромиссы между реконструкцией и KL.

Чтобы получить  $z_s$ , кодировщик сначала генерирует однозначную категориальную переменную  $z_{cat} \in \{0,1\}^s$ , где  $s$  обозначает количество стилей в наборе данных. Из-за природы дискретных переменных градиенты  $z_{cat}$  трудно поддаются обработке. Для этого можно воспользоваться приемом распределения Гамбеля, сформулированным следующим образом:

$$G = -\log(-\log(U_{inf}[0,1]))$$

$$z_{cat} = \text{softmax}\left(\frac{\alpha + G}{\tau_{gumbel}}\right)$$

где  $G$  – шум Гамбеля,  $\alpha$  – логиты для  $z_{cat}$  от кодера, а  $\tau_{gumbel}$  – температура. Температура является гиперпараметром, по мере приближения к нулю  $z_{cat}$  становится однократным вектором.

Затем вводится кодовая книга обучаемого стиля, которая случайным образом инициализируется в начале обучения. Кодовая книга используется для извлечения вложений стилей на основе  $z_{cat}$ . Кодовая книга состоит из  $s$  вложений, каждое из которых имеет размерность  $\dim_s$ , что дает ему размер  $s \times \dim_s$ . Чтобы получить  $z_s$ , выполняется матричное умножение между  $z_{cat}$  и кодовой книгой стилей:

$$z_s = z_{cat} \times \text{style\_codebook}$$

$z_s$  будет иметь форму  $\dim_s$ . Таким образом, можно гарантировать, что разные песни одного стиля будут иметь одинаковые вложения стиля  $z_s$ . Кроме того, чтобы модель правильно запоминала стиль,  $z_{cat}$  оптимизирован с помощью меток стиля у  $s$  использованием кросс-энтропии:

$$L_s = - \sum_{s=1}^S y \log z_{cat}$$

где  $s$  – количество стилей в наборе данных.

$z_c$  аналогично исходному скрытому представлению  $z = \mu + \epsilon\sigma$ , описанному ранее. Затем  $z_s$  и  $z_c$  объединяются, чтобы сформировать  $z'$ . Наконец,  $z'$  проходит через линейный слой для формирования начального состояния декодера RNN.

Апостериорный коллапс – это проблема, когда декодер игнорирует скрытые векторы, которыми в данном случае является  $z_c$ , в результате чего член KL падает до нуля и делает  $z_c$  бесполезным. Эта проблема часто встречается в настройках seq2seq VAE из-за особенностей авторегрессионного декодера. Для решения этой проблемы принимается  $\mu$ -форсинг, который добавляет регуляризирующий член  $L_\mu$  к формулировке VAE:

$$L_\mu = \max(0, \beta_\mu - \frac{1}{2N} \sum_{n=1}^N (\mu^n - \bar{\mu})^T (\mu^n - \bar{\mu}))$$

где  $\beta_\mu$  – сдвиг, а  $N$  – размер партии.  $\bar{\mu}$  – это средний вектор, смоделированный кодером для параметризации распределения  $z_c$ .  $L_\mu$  заставляет выборочную дисперсию  $\mu$  контролироваться на уровне  $\beta_\mu$ , который поддерживает взаимную информацию  $X$  и  $z'$  [5].



Рис. 1. Выборки из общедоступных наборов данных JSB (а) и NMD (б)

В целом окончательная формулировка предложенной модели выглядит следующим образом:

$$L'_V = L_r - \beta D_{KL}(q(z_c|x) || p(z_c)) + L_s + L_\mu$$

Во время генерации можно указать  $z_{cat}$  в соответствии с желаемым стилем, взять образцы  $z_c$  из распределения Гаусса и передать их в декодер для создания новой песни.

Для дальнейших экспериментов будут использоваться два общедоступных музыкальных набора данных, которые были тщательно изучены: набор данных Bach Chorales (JSB) и базу данных Nottingham Music Database (NMD). Набор данных JSB содержит 370 хоралов из четырех частей, гармонизированных Иоганном Себастьяном Бахом, в то время как NMD содержит более 1200 амери-

канских и европейских народных мелодий. И JSB, и NMD имеют очень различный стиль, и сэмплы изображены на рис. 1. Хоралы JSB написаны в четырех частях: сопрано, альт, тенор и бас. Как видно на рис. 1(a), музыка состоит из аккордов из четырех нот, между которыми играют отдельные ноты. Напротив, народные мелодии в NMD состоят из простой монофонической мелодии, сопровождаемой последовательностью аккордов. Данные преобразуются в представление, описанное ранее, разбиваются на наборы для обучения и тестирования, и каждая песня разбивается на неперекрывающиеся сегменты из четырех тактов.

Кодировщик представляет собой двунаправленный уровень HyperLSTM, а декодер – однонаправленный уровень HyperLSTM. Хотя LSTM является более популярным выбором, HyperLSTM имеет лучшую производительность при обработке длинных сложных последовательностей, таких как музыка. Модель LSTM, по-видимому, переопределяет данные значительно раньше, чем модель HyperLSTM, на этапе обучения [1].



Рис. 2. Сгенерированные музыкальные образцы по предложенной модели в стиле (а) JSB и (б) NMD

Размерность кодовой книги стилей установлена равной 80, а размерность  $z_c$  установлена равной 120. Как к кодировщику, так и к декодеру применяются отсевы со скоростями 0,5 и 0,2 соответственно.  $\beta_\mu$  устанавливается на 1,3, а вес KL  $\beta$  в диапазоне от 0 до 0,8. Оптимизатор Adam используется со скоростью обучения  $5e-4$ . Все эти гиперпараметры задаются эмпирически и обучаются на 400 эпох.

Предложенная модель превосходит модель LSTM, особенно при реконструкции поля [3]. Кроме того, предлагаемая модель может лучше использовать  $z_c$  для восстановления входных данных, что подтверждается значительно более высоким значением KL по сравнению с моделью LSTM. Чтобы показать важность предложенного  $z_s$ , можно заменить  $z_s$  в предложенной модели нулями, а затем реконструировать тестовый набор. Эта модель обозначена как предложенная в таблице 1. Плохая производительность реконструкции доказывает, что  $z_s$  действительно важно для реконструкции входных данных предложенной модели или создания новой музыки.

## Заключение

Предложена модификация стандартного вариационного автоэнкодера между последовательностями, которая позволяет пользователю определять стиль создаваемой выходной музыки. Разработанная модель включает непрерывное внедрение стилей для каждого стиля в наборе данных. С помощью экспериментов показано, что предлагаемый метод превосходит базовый уровень, который напрямую передает метки дискретного стиля в модель, аналогичную многим другим работам в этой области.

## Список литературы

[1] K. Zhao, S. Li, J. Cai, H. Wang, J. Wang «An Emotional Symbolic Music Generation System based on LSTM Networks», 2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC).

[2] K. Chen, W. Zhang, S. Dubnov, G. Xia, W. Li «The Effect of Explicit Structure Encoding of Deep Neural Networks for Symbolic Music Generation», 2019 International Workshop on Multiplayer Music Representation and Processing (MMRP).

[3] A. Emin, «Piano Music Generation with a Text Based Musical Note Representation using LSTM Models», 2011 29th Signal Processing and Communications Applications Conference.

[4] H. H. Mao, T. Shin, G. W. Cottrell «DeepJ: Style-Specific Music Generation», 2018 12th IEEE International Conference on Semantic Computing.

[5] D. Liu, X. Yang, F. He, Y. Chen, J. Lv, «mu-forcing: Training variational recurrent autoencoders for text generation», 2019 arXiv preprint arXiv:1905.10072.

[6] A. Roberts, J. H. Engel, C. Raffel, C. Hawthorne, D. Eck, «A hierarchical latent vector model for learning long-term structure in music», 2018 in ICML.

[7] Е. Д. Мосин, Ю. С. Белов. Генерация музыки с использованием двунаправленной рекуррентной нейронной сети // Научное обозрение. Технические науки. – 2023. – № 1. – С. 10-14

**Мосин Евгений Дмитриевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: lolko40rus@yandex.ru

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: iu4-kf@mail.ru

## МЕХАНИЗМ ATTENTION В GPT-LIKE АРХИТЕКТУРАХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*Новые архитектурные решения в сфере обработки естественного языка очень сильно влияют на темпы роста качества искусственного интеллекта. За последние несколько лет одним из самых прорывных исследований в данной области является изобретение трансформеров, архитектур, которые используются в больших языковых моделях, например BERT или GPT. Механизм внимания играет ключевую роль в подобных архитектурах, поскольку он позволяет трансформерам обгонять сверточные и рекуррентные нейронные сети по многим параметрам. Механизм внимания позволяет эффективно работать с длинными последовательностями и находить смысловые связи между ними. При этом, трансформеры рассматриваются как возможное решение для общих архитектур, которые могут потреблять мультимодальные входные данные. Например, обработка графической и текстовой информации одновременно.*

**Ключевые слова:** *Машинное обучение, Архитектуры нейронных сетей, Трансформеры, Механизм внимания.*

### **Введение**

Трансформеры представляют собой мощную архитектуру нейронных сетей, которая была изобретена в 2017 году и нашла широкое применение в области обработки естественного языка, генеративного искусственного интеллекта и других областях. Создание передовых продуктов искусственного интеллекта на основе трансформеров, таких как BERT, GPT-x, DALL-E и AlphaFold, позволяет решать сложные проблемы, связанные с обработкой языка. В дальнейшем трансформеры рассматриваются как одна из возможных общих архитектур для мультимодальных входных данных. При этом возникает задача объединения многих других архитектур в одну, что позволит создать мультимодального, многозадачного и универсального агента с разными образами.

В данной статье рассматривается тема использования attention механизма в gpt-like архитектурах.

### **Архитектура Transformer**

Архитектура Transformer была предложена в 2017 году в статье "Attention Is All You Need". Она представляет собой новый тип нейронной сети, который использует механизмы само-внимания в отличие от традиционных сверточных или рекуррентных нейронных сетей [1].

В задаче завершения предложения достаточно использовать только декодер. Таким образом, в данной статье будет рассмотрена архитектура декодера Transformer и непосредственно сам механизм attention.

### **Attention механизм**

При общении люди постоянно заботятся о том, к чему относятся местоимения, такие как «она», «это», «тот» или «такой». В предложении "Я никогда не был



в Польше, но она находится в моем списке желаемых мест для посещения". Человек понимает, что "она" относится к "Польше".

Авторы статьи «Attention Is All You Need» представляют концепцию векторов запроса/ключа/значения [1].

В примере выше полагается, что мы хотим вычислить само-внимание для слова "она" в предложении "Я никогда не был в Польше, но она находится в моем списке желаемых мест для посещения". Для этого нужно создать матрицы  $Q$ ,  $K$  и  $V$  для входного предложения, где  $q$  (строка в матрице  $Q$ ) представляет собой вектор запроса для слова "она",  $K$  - матрица ключей для всех слов в предложении, а  $V$  - матрица значений для всех слов в предложении.

Само-внимание для "она" затем будет вычисляться как скалярное произведение  $Q$  и  $K$ , разделенное на квадратный корень из длины  $K$ , за которым следует скалярное произведение с  $V$ . Это приведет к взвешенной сумме значений в  $V$ , где веса определяются значимостью каждого слова в предложении для запроса "она". В этом случае само-внимание для "она" скорее всего будет выше для слова "Польша", так как они связаны.

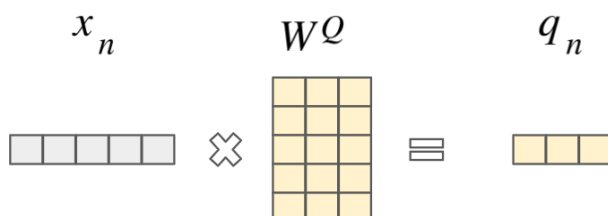


Рис. 1. Получение вектора запросов

В данном случае вектор  $X_n$  представляет из себя вектор вложения слова-токена (или выход предыдущего слоя самообращения внимания). Матрицы  $W_q$ ,  $W_k$ ,  $W_v$  являются матрицами весов, которые инициализируются случайным образом. Их задача заключается в преобразовании входного вектора в более маленькие вектора, представляющие собой векторы запроса ( $q$ ), ключа ( $k$ ) и значения ( $v$ ).

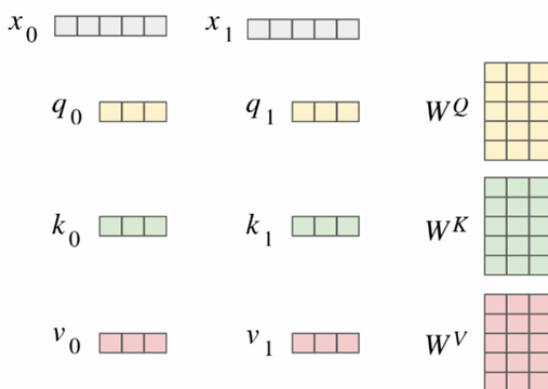
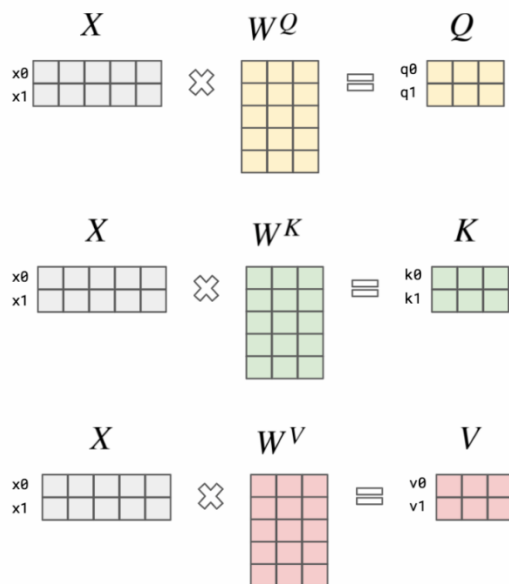


Рис. 2. Получение матриц весов

### Пример с «Hello, world!»

Есть два вектора-эмбединга для входных слов:  $x_0$  - эмбединг для "Hello" и  $x_1$  - эмбединг для "world". Для каждого из этих слов есть векторы  $q$ ,  $k$  и  $v$ . Эти

векторы генерируются путем умножения вектора-эмбединга слова на матрицу весов  $W$ . В архитектуре Transformer можно представить *Query*, *Key* и *Value* вектора ( $q, k, v$ ) в матричной форме для всех входных токенов (слов) одновременно. Это позволяет обрабатывать все входные слова одновременно и является преимуществом данной архитектуры.



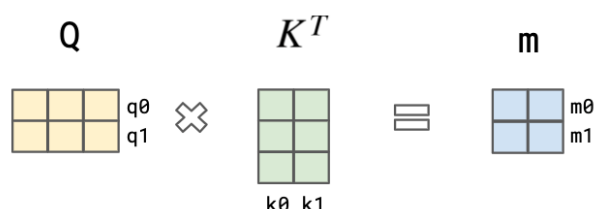
**Рис. 3.**  $x_0$  – embedding для "Hello"  $x_1$  - embedding для "world"

Здесь  $X [N \times d_{\text{model}}]$  – матрица эмбедингов входных слов),  $W [d_{\text{model}} \times d_k]$  – случайно проинициализированные веса,  $Q [N \times d_q]$  – матрица векторов запросов,  $K [N \times d_k]$  – матрица векторов ключей,  $V [N \times d_v]$  – матрица векторов значений.

### Вычисление матрицы весов внимания

Вес внимания определяет, насколько модель сосредотачивается на других частях входного предложения при кодировании слова на определенной позиции. Этот процесс осуществляется следующим образом [1]:

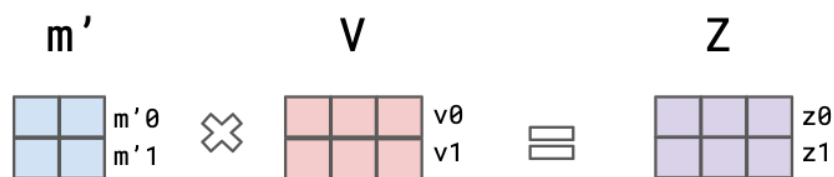
1. В первом шаге умножается вектор запроса ("Hello" и "world") на транспонированную матрицу ключей. Каждый вектор запроса ("Hello" и "world") умножается на векторы ключей каждого слова. Результатом является матрица размером  $NN$ , где  $N$  - размер входного предложения (количество токенов). В данном случае это 22. Здесь  $m_0 = (q_0 K_0, q_1 K_1)$  представляет вектор весов внимания слова "Hello". В сущности, это означает, что значимость первого слова в предложении ("Hello") для запроса "Hello" равна  $q_0 K_0$ , а значимость второго слова в предложении ("world") для запроса "Hello" равна  $q_0 k_1$ . Аналогично,  $m_1 = (q_1 K_0, q_1 K_1)$  представляет вектор весов внимания слова "world". Также масштабируются значения матрицы на квадратный корень размера  $K$ , чтобы иметь более стабильные градиенты [2].



**Рис. 4.** Вычисление значимости

2. Вторым шагом - применение функции `softmax` к каждой строке полученной матрицы (в данном случае векторам  $m_0$  и  $m_1$ ). Функция `softmax` нормализует значения, делая их все положительными и суммирующимися до единицы в строке.

3. Третьим шагом - суммирование взвешенных векторов значений. Затем получается само-внимание как взвешенная сумма векторов значений.



**Рис. 5.** Обработка последующих входных слоев

После вычисления матриц  $Q$ ,  $K$  и  $V$  получается взвешенная сумма векторов значений  $V$ , которая представляет собой результирующее векторное представление каждого входного слова. Для обработки последующих блоков входных слов можно повторить эту логику, добавив новый блок внимания к кодировщику. Результатом будет новая матрица  $Z_1$ , в которой каждое слово будет иметь свой собственный вектор. Кодировщик представлен шестью такими блоками, но количество блоков может быть произвольным, например, в BERT их 24 [3]. В итоге можно суммировать, что каждый токен (запрос) свободно берет столько информации, сколько ему нужно из других слов (значений), и может обращать к ним столько же или меньше внимания, сколько ему угодно, взвешивая слова с помощью ключей.

### Заключение

В заключение можно отметить, что архитектура Transformer смогла добиться значительных успехов в задачах обработки естественного языка и машинного перевода. Механизм внимания позволяет эффективно работать с длинными последовательностями и находить смысловые связи между ними. Однако, у этой модели есть свои ограничения и недостатки, которые нужно учитывать при ее использовании. В целом, Transformer открывает новые возможности для создания более точных и эффективных систем обработки естественного языка, и его дальнейшее развитие может привести к еще более значимым результатам в этой области.

### Список литературы

[1]. Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Łukasz Kaiser, and Illia Polosukhin. 2017. Attention is all you need. In Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information

Processing Systems (NIPS'17). Curran Associates Inc., Red Hook, NY, USA, 6000–6010.

[2]. Rishi Bommasani, Drew A. Hudson, Ehsan Adeli, Russ Altman. On the Opportunities and Risks of Foundation Models. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.07258>

[3]. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, Kristina Toutanova. arXiv:1810.04805 [cs.CL] (or arXiv:1810.04805v2 [cs.CL] for this version) <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.04805>

**Чикишев Андрей Денисович** – E-mail: [chikischev2012@yandex.ru](mailto:chikischev2012@yandex.ru)

**Белов Юрий Сергеевич** – доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [iu4-kf@mail.ru](mailto:iu4-kf@mail.ru)

## **СЕКЦИЯ 11.**

### **ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ**

А.О. Штокал, Е.В. Рыков, В.К. Шаталов, А.В. Артемьев,  
В.Д. Демина, Д.В. Сергеев

## **МИКРОДУГОВОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ – ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И ДОСТИГАЕМЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ**

*Обозначена актуальность применения технологий микродугового оксидирования при создании деталей космической техники из металлов вентильной группы. Приведены оптимизированные технологии формирования МДО-покрытий с точки зрения достижения заранее заданных эксплуатационных характеристик и приведены значения данных характеристик. Отмечены перспективы и проблемы совершенствования технологий микродугового оксидирования деталей космической техники.*

**Ключевые слова:** микродуговое оксидирование, космическая техника, пористость, коррозионная стойкость, электролит

Одна из существенных особенностей ракетно-космической отрасли промышленности – широкое применение при создании деталей космической техники сплавов металлов вентильной группы – алюминия, магния, титана. Это связано в первую очередь с их высокой удельной прочностью, теплопроводностью, приемлемой коррозионной стойкостью большинства используемых сплавов, а также с хорошо освоенными технологиями их обработки.

В последние десятилетия всё более широкое распространение получают технологии микродугового оксидирования – создания относительно толстых керамикоподобных покрытий на поверхности металлов вентильной группы, обладающих рядом уникальных свойств:

- толщина: до 400 мкм,
- микротвёрдость: до  $2500 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ ,
- пробойное напряжение: до 6000 В,
- теплостойкость: выдерживает тепловой удар до 2500° С,
- коррозионная стойкость: 1-й балл по десятибалльной шкале,
- износостойкость: на уровне твердых сплавов,
- пористость: от 2 до 50% (регулируемая) [1].

Известно, что микродуговое оксидирование деталей из металлов вентильной группы придаст конструкции космического аппарата следующие полезные свойства:

- ввиду замены металлов с большей плотностью на алюминиевый сплав в тех местах, где это позволяют сделать свойства наносимого МДО-покрытия, достигается сокращение общей массы узла раскрытия (до 0,85 % для типового узла раскрытия [2]);

- рабочий слой МДО-покрытия, состоящий в основном из корунда ( $\alpha - Al_2O_3$ ), шлифуется до состояния зеркала и обеспечивает коэффициент трения до  $5 \cdot 10^{-3}$  [3]; коэффициент трения можно регулировать путём изменения объёмной пористости МДО-покрытия;

- хорошее удержание ТСП поверхностью МДО-покрытия из-за её неравномерности по толщине и поверхностной пористости [4];

- низкое газовыделение МДО-покрытия (менее максимальная удельная масса легко конденсирующихся веществ менее  $3 \cdot 10^{-4} \frac{г}{см^2}$  при остаточном давлении в камере  $6,67 \cdot 10^{-3} Па$  ( $5 \cdot 10^{-5} мм рт. ст.$ ) [4];

- формирование МДО-покрытия на поверхности деталей из алюминиевого сплава АМг6 снижает коэффициент линейного теплового расширения детали до величины  $\alpha_L = 13,7 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ C^{-1}$  при толщине МДО-покрытия 90-100 мкм [5];

- при избегании концентраторов напряжений МДО-покрытие обладает хорошей стойкостью к циклическим перепадам температур (испытаны МДО-покрытия толщиной до 170–200 мкм при 100 циклах изменения температуры в интервале  $200 \text{ } ^\circ C$  [4]);

- МДО-покрытие обеспечивает высокую стойкость к факторам космического пространства. Установлено, что композиционные керамические МДО-покрытия являются более стойкими в отношении воздействия протонов на их отражающие свойства по сравнению с используемым на практике покрытием ЭКОМ-1. Практически отсутствует влияние облучения протонами на микротвёрдость покрытий, высокие значения которой являются одним из достоинств МДО-покрытий. Воздействие атомарного кислорода приводит к небольшому эффекту отбеливания покрытия. Эрозия МДО-покрытий под действием потока атомарного кислорода является незначительной, по сравнению с эрозией многих углеродных и полимерных композиционных материалов, применяемых на внешней стороне космических аппаратов. Эксперименты проводили для условий длительного воздействия протонами энергии 500 кэВ и потока атомарного кислорода со средней энергией 30 эВ. Сравнительным методом исследовали влияние указанных факторов на морфологию, отражательные и механические свойства МДО-покрытий. В экспериментах также использовали образец с терморегулирующим лакокрасочным покрытием ЭКОМ-1. Облучение протонами с энергией 500 кэВ проводили на каскадном генераторе КГ-500 НИИЯФ МГУ с флюенсом  $10^{16} \frac{ион}{см^2}$  при плотности потока  $6 \cdot 10^{12} \frac{ион}{с \cdot см^2}$ . Облучение потоком атомарного кислорода проводили на имитационном стенде с магнитоплазменным ускорителем кислородной плазмы. Эквивалентный флюенс в описываемых экспериментах с энергией атомов кислорода 30 эВ составлял  $4,3 \cdot 10^{20} \frac{ион}{см^2}$ , что соответствует фактическому флюенсу  $0,72 \cdot 10^{20} \frac{ион}{см^2}$ . [6]

На актуальность исследования технологий микродугового оксидирования также указано в работе [7], в качестве основных аргументов приводятся следующие положения:

- износ деталей в процессе их эксплуатации является причиной отказов в 80-90 % случаев,

- для большинства задач упрочнения наиболее целесообразно изменение свойств только поверхностных слоев, поскольку чаще изнашивается только рабочая поверхность [8],

- метод микродугового оксидирования позволяет исключать из технологических процессов ряд сложных и экологически вредных операций, предшествующих нанесению покрытий, значительно повышать эксплуатационные параметры (коррозионную и износостойкость, тепло- и электроизоляционные свойства и др.) и заменять материалы деталей на более дешёвые и легкие [9].

Благодаря высоким удельным характеристикам применение магниевых сплавов в изделиях космической техники значительно сокращает массу конструкции, но при этом основная причина, затрудняющая применение магниевых сплавов в космическом производстве, – их низкие коррозионная стойкость и износостойкость. Исследованию технологии микродугового оксидирования магниевого сплава МЛ-6 посвящена работа [10]. Установлено, что при соотношении составляющих силы тока  $I_k / I_a$  от 0,6 до 0,8 толщина оксидного слоя увеличивается, а при соотношении от 0,8 до 1 резко уменьшается. Проведенные микроскопические исследования поверхности получаемых покрытий свидетельствуют об изменении морфологии, в электролите  $Na_2SiO_3 + NaF + NaOH$  при увеличении соотношения тока размеры и количество пор уменьшается, в электролите  $Na_2SiO_3 + NaF$  при аналогичных режимах процесса размеры и количество пор увеличивается.

Для реализации задач обеспечения теплового режима функционирования систем космического аппарата расположенные на его внешней поверхности элементы выполняют с заранее заданным коэффициентом поглощения определённого спектра электромагнитного излучения. Задачи формирования оптически чёрного светопоглощающего покрытия на сплавах алюминия и титана рассмотрены в работе [11]. Установлено, что:

- электролит состава  $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O - 20 \frac{г}{л}, Na_2SiO_3 - 5 \frac{г}{л}, K_3[Fe(CN)_6] - 10 \frac{г}{л}, Na_2MoO_4 - 5 \frac{г}{л}$  способствует формированию оптически

чёрного светопоглощающего покрытия с высокими физико-механическими характеристиками как на сплавах титана, так и алюминия,

- был установлен характер зависимости выбранных показателей покрытия от параметров оксидирования, по которым затем были сформированы рекомендуемые режимы обработки для сплавов алюминия и титана,

- на титановом сплаве ВТ1-0 получены МДО-покрытия толщиной от 6 до 51 мкм и шероховатостью от 2,1 до 4,7 мкм без ухудшения адгезии по-



крытия к материалу подложки, сформированные МДО-покрытия имеют равномерный и насыщенный тон чёрного цвета по всей площади обработанной поверхности,

- на алюминиевом сплаве В-1461 получены МДО-покрытия толщиной от 10 до 70,8 мкм и шероховатостью от 1,2 до 4,03 мкм, подтверждена возможность получения разных оттенков черного при изменении параметров режима микродугового оксидирования,

- на сплавах алюминия отмечено размытие границы функционального слоя МДО-покрытия и подслоя, что говорит об однородности и функциональности по всей толщине МДО-покрытия,

- было установлено, что при трапецеидальном следовании импульсов тока прочность сцепления покрытия с подложкой значительно выше (площадь отслоившегося МДО-покрытия вблизи пересечения рисок в 2 раза меньше при трапецеидальной форме следования импульсов по сравнению с синусоидальной формой импульсов тока).

Все МДО-покрытия обладают пористостью, значения которой можно регулировать путём варьирования технологических параметров процесса микродугового оксидирования. Образование пор обусловлено физико-химическими процессами, происходящими при формировании МДО-покрытий, получить беспористое МДО-покрытие не представляется возможным. Пористость МДО-покрытий определяем многие эксплуатационных характеристики деталей космической техники, в частности, их коррозионную стойкость, что особенно актуально для подложек из сплавов, склонных к коррозии. Пористость оксидных покрытий на алюминиевых сплавах АД33 и АМг6 исследовали в работе [12]. Установлено, что характер пористости МДО-покрытия зависит от плотности и соотношения токов, времени микроплазменной обработки и состава электролита. Минимальная пористость МДО-покрытия получена в электролите

$KOH - 2 \frac{г}{л}$ ,  $NaAlO_2 - 14 \frac{г}{л}$  при следующих режимах: плотность тока –  $15 \frac{А}{дм^2}$ ,

напряжение до 520 В,  $I_k / I_a = 0,6$  и время обработки – 1800 с. Была получена объёмная пористость МДО-покрытия до 8-10 %. Коррозионную стойкость полученных образцов оценивали по ГОСТ 9.913-90. Сущность метода заключалась в выдержке образца с нанесенным покрытием в ванне, заполненной раствором, содержащим 3 % хлорида натрия и 0,1 % перекиси водорода. На образцах, обработанных микродуговым оксидированием, покрытие сохранилось без каких-либо поверхностных разрушений.

Результаты коррозионного испытания алюминиевого сплава АМг6 с МДО-покрытием рассмотрены в работе [13]. Микродуговое оксидирование выполнялось в двух электролитах:  $KOH - 4 \frac{г}{л}$ ,  $Na_2SiO_3 - 10 \frac{г}{л}$ , а также

$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O - 40 \frac{г}{л}$ ,  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O - 30 \frac{г}{л}$ ,  $NaF - 10 \frac{г}{л}$ ,  $H_3BO_3 - 20 \frac{г}{л}$ .

Коррозионную стойкость проверяли лабораторными ускоренными испытаниями [14]. Сущность метода заключалась в выдержке образцов с МДО-

покрытиями в ванне с раствором, содержащим 5 %  $NaCl$  и  $CH_3COOH$ , pH среды 3,5. Время выдержки образцов составляло 100 часов. На образце без покрытия имелось коррозионное разрушение металла, на образце с классическим анодированием – точечная коррозия, а образец с МДО-покрытием остался в первоначальном состоянии. МДО-покрытие, сформированное в первом электролите, имеет большую коррозионную стойкость.

Один из наиболее перспективных алюминиевых сплавов в производстве космической техники – алюминиевый сплав 01570 системы Al-Mg-Sc, что обусловлено его высокими прочностными характеристиками (предел прочности достигает 370-390 МПа). Комплексное исследование МДО-покрытий, сформированных на алюминиевом сплаве 01570, приведено в работе [15]. Установлено, что МДО-покрытия имеют схожую морфологию с МДО-покрытиями, сформированными на сплаве АМгб. По результатам электронной микроскопии можно сделать вывод, что МДО-покрытия имеют в своем составе оксид алюминия, содержание которого возрастает до 80 % при увеличении соотношения катодной и анодной составляющих тока  $I_k / I_a$  от 0,8 до 1,2. Также отмечено, что толщина оксидного слоя, получаемого на сплаве 01570, меньше, чем на сплаве АМгб, при одинаковых режимах обработки. Проведен анализ морфологии покрытия, которая характеризует его пористость и оказывает влияние на коррозионную стойкость и прочностные характеристики обработанной поверхности, что является основополагающим при эксплуатации изделий космической техники.

Одним из важнейших параметров процесса микродугового оксидирования является состав электролита. Патент [16] описывает пять вариантов исполнения электролита для микродугового оксидирования алюминиевых сплавов, содержащего щелочное соединение и дисперсную фазу порошка окисла, карбида или нитрида металлов, и отличающегося тем, что он дополнительно содержит ультрадисперсный химически модифицированный кремнезем аэросил-амино, в качестве щелочного соединения – гидроокись щелочного металла, а в качестве дисперсной фазы – порошок окисла, карбида, нитрида или бориды металлов при определённом соотношении компонентов. Применение предложенного электролита при микродуговом оксидировании обеспечивает микротвёрдость  $HV$  по остаточному отпечатку до 18,9 ГПа, микротвёрдость  $HV_h$  по глубине отпечатка до 20,5 ГПа при толщине МДО-покрытия 350 мкм и неравномерности 2,5 %. Минимально достижимая неравномерность при использовании предложенного электролита – до 1,5 %.

### **Заключение**

Опубликованные в последние годы работы по исследованию микродугового оксидирования деталей космической техники показывают высокую актуальность рассматриваемого направления научной работы. Исследованиями охвачен широкий ряд применяемых в космической промышленности алюминиевых, титановых и магниевых сплавов. Путём оптимизации ряда параметров технологического процесса микродугового оксидирования получены востребованные в космическом производстве эксплуатационные характеристики применяемых

материалов – в первую очередь, высокая изностостойкость, твёрдость, коррозионная стойкость, стойкость к факторам космического пространства, приемлемые пористость и коэффициент трения и газовыделение.

Однако следует отметить слабую системность проведения исследований и разрозненность полученных результатов. Широкое внедрение технологий микродугового оксидирования в космическое производство, несомненно, существенно упростит производственный процесс изготовления, повысит конструктивное совершенство и надёжность разрабатываемой космической техники. Но для достижения этого потребуются дальнейшие систематические исследования влияния технологии микродугового оксидирования на эксплуатационные характеристики деталей космической техники, а также подтверждение полученных характеристик в условиях, имитирующих выведение космического аппарата ракетой-носителем и последующее пребывание его в космическом пространстве на целевой орбите.

### **Список литературы**

[1] Суминов, И.В. Микродуговое оксидирование (окончание) / И.В. Суминов, А.В. Эпельфельд, В.Б. Людин, А.М. Борисов, Б.Л. Крит // Приборы. 2001. № 10. С. 26-36.

[2] Шаталов, В.К. Применение методов микродугового оксидирования при создании конструктивных элементов космических аппаратов / В.К. Шаталов, А.О. Штокал, Е.В. Рыков, К.Б. Добросовестнов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 6. С. 183-194. DOI 10.7463/0614.0712840.

[3] Способ микродугового оксидирования: патент 2389830 РФ / А.А. Никифоров. Заявл. 21.04.2008; опубл. 20.05.2010; бюл. № 14.

[4] Штокал, А.О. Многофункциональный метод изготовления прецизионных узлов космического телескопа / А.О. Штокал, Е.В. Рыков, К.Б. Добросовестнов, Т.А. Говорун, О.П. Баженова, Т.В. Рожкова // Электромагнитные волны и электронные системы. 2016. Т. 21. № 1. С. 27–41.

[5] Шаталов, В.К. Влияние микродугового оксидирования на коэффициент линейного теплового расширения алюминиевого сплава АМгб / В.К. Шаталов, А.О. Штокал, Е.В. Рыков, К.Б. Добросовестнов // Главный механик. 2014. № 7. С. 47–52.

[6] Борисов, А.М. Воздействие факторов космического пространства на свойства покрытий, получаемых методом микродугового оксидирования / А.М. Борисов, Л.А. Жилияков, К.Е. Кирикова, Л.С. Новиков, В.Н. Черник // Материалы Международной объединенной конференции (V конференции «Современные методы в теоретической и экспериментальной электрохимии», IV конференции «Электрохимические и электролитно-плазменные методы модификации металлических поверхностей» (16-20 сентября 2013 г.) / Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН. Иваново, 2013. С. 87.

[7] Степанова, С.В. Актуальность микродугового оксидирования в задачах

упрочнения изделий ракетно-космической техники / С.В. Степанова, Д.А. Замятин, Т.В. Трушкина, А.Е. Михеев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. Т. 1, № 14. С. 141-142.

[8] Суминов, И.В. Микродуговое оксидирование: теория, технология, оборудование / И.В. Суминов, А.В. Эпельфельд, В.Б. Людин, Б.Л. Крит, А.М. Борисов. М.: Экомет, 2005. 368 с.

[9] Черненко, В.И. Получение покрытий анодно-искровым электролизом / В.И. Черненко, Л.И. Снежко, И.И. Папанова. Л.: Химия, 1991. 128 с.

[10] Назаренко, А.Д. Микродуговое оксидирование магниевых сплавов / А.Д. Назаренко, М.А. Думаницкий, А.В. Гирн, Т.В. Трушкина // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 1, № 13. С. 77-79.

[11] Михеев, А.Е. Нанесение оптически черного светопоглощающего покрытия на сплавы алюминия и титана / А.Е. Михеев, Д.О. Савельев, Д.В. Раводина, А.В. Гирн // Сибирский аэрокосмический журнал. 2022. Т. 23, № 2. С. 305-314. DOI 10.31772/2712-8970-2022-23-2-305-314.

[12] Орлова, Д.В. Исследование пористости оксидных покрытий на алюминиевых сплавах / Д.В. Орлова, Т.В. Трушкина, Е.В. Вахтеев, Р.В. Алякрещкий // Труды МАИ. 2013. № 68. С. 27.

[13] Трушкина, Т.В. Коррозионные испытания алюминиевых сплавов с МДО-покрытием / Т.В. Трушкина, Е.В. Вахтеев, А.Е. Михеев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2011. Т. 1, № 7. С. 47-48.

[14] Фокин, М.Н. Методы коррозионных испытаний металлов (Защита металлов от коррозии) / М.Н. Фокин, К.А. Жигалова. М.: Металлургия, 1986. 80 с.

[15] Трушкина, Т.В. Исследование свойств МДО-покрытий, сформированных на алюминиевом сплаве системы Al-Mg-Sc / Т.В. Трушкина, А.Е. Михеев, Д.В. Раводина, А.В. Гирн // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2016. Т. 17, № 3. С. 804-809.

[16] Патент № 2038428 С1 Российская Федерация, МПК С25D 11/06. Электролит микродугового оксидирования алюминия и его сплавов: № 5000216/26: заявл. 05.08.1991: опубл. 27.06.1995 / В.Н. Малышев, С.И. Булычев, Н.В. Малышева.

**Штокал Александр Олегович** – филиал АО "НПО Лавочкина" в г. Калуга. E-mail: suauthemocl@yandex.ru

**Рыков Евгений Валентинович** – филиал АО "НПО Лавочкина" в г. Калуга. E-mail: rik@laspace.ru

**Шаталов Валерий Константинович** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vkshatalov@yandex.ru

**Артемьев Артем Валентинович** – филиал АО "НПО Лавочкина" в г. Калуга. E-mail: arav@laspace.ru

**Баженова Ольга Петровна** – филиал АО "НПО Лавочкина" в г. Калуга. E-mail: bazhenova\_laspace@mail.ru

**Демина Виктория Денисовна** – АО "НПО Лавочкина". E-mail:  
vishnj10100@mail.ru

**Сергеев Даниил Владимирович** – АО "НПО Лавочкина". E-mail:  
sdv@laspase.ru

## **СЕКЦИЯ 12.**

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ**

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ "КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ"

*В современном мире прогрессивно развиваются технологии, увеличивается объём информации, развиваются социальные и медицинские услуги. При таких темпах развития человеку необходим разумный помощник, способный выполнять действия более рационально, с меньшими затратами энергии и времени. Как мы видим, актуальность создания искусственного интеллекта связана со сложностью и большим количеством проблем, которые приходится решать современному человеку. Несмотря на то, что искусственный интеллект находится на начальной стадии своего развития, его применение постоянно расширяется, и уже сейчас ИИ отлично справляется с колоссальным объёмом информации, быстро обрабатывая процессы утомительные человеку, и с множеством задач в таких областях как промышленность, здравоохранение, дорожное движение, в быту, в обороне и др.*

*Распознавание образов существенно облегчит множество поставленных задач перед человеком, сделав работу эффективнее. Есть множество областей, нуждающихся в качественном распознавании образов, чтобы существенно снизить затраты и увеличить точность выполнения работы.*

*Ярким примером служат дроны. Так, например, в Норвегии с распознаванием образов используют дроны, для таких серьёзных вещей как нахождение неисправностей на линиях электропередач. Ведь гораздо безопаснее и выгоднее послать группу дронов в сложные условия, чем бригаду людей на поиск неисправностей. Ту же функцию могут выполнять дроны и в операциях по спасению людей в труднодоступных локациях.*

*Актуальна проблема и в области здравоохранения. Как пример можно привести вариант цифровых очков, которые могли бы распознавать предметы и передавать импульсные сигналы в мозг, которые нейроны смогли бы распознать и правильно скоординировать действия незрячего человека.*

**Ключевые слова:** *история развития, искусственный интеллект, распознавание образов, меньше затрат и энергии, труднодоступные места, здравоохранение.*

### **Развитие Искусственного Интеллекта**

История ИИ<sup>1</sup> берёт начало с появлением первых компьютеров, когда появилась возможность использовать теоретические наработки понятия разума человека, заложенные философами ранее, на практике.

В 1943 году была опубликована первая теоретическая разработка ИИ в трудах Уоррена Маккалока и Уолтера Питтса. В данной работе авторы заложили основы ИНС – искусственных нейронных сетей, и модель самого искусственного нейрона.

---

<sup>1</sup> ИИ – искусственный интеллект

В 1954 году возникло направление компьютерной лингвистики. Результатом работы стала демонстрация машинного перевода, в результате которой был произведён перевод предложений с одного языка на другой.

Позже, в 1965 году, был разработан новый метод разработки ИИ – экспертные системы. Первостепенной задачей данного метода являлась замена человека эксперта и работа в режиме «вопрос-ответ». Данный метод был усовершенствован и заключался в анализе получаемых данных. Несмотря на то, что по знаниям система превосходила профессоров, ЭВМ того времени не имели скорость, необходимую для быстрого анализа данных.

В 1975 году была продолжена работа над нейронными сетями Фукусимой. Результатом его работы стала одна из первых многослойных ИНС – когнитрон. Данная искусственная нейронная сеть могла переносить информацию в одном направлении или из одного конца в другой, и так до тех пор, пока не были пройдены все узлы. Передача двусторонней информации удалась только в сети Хопфилда (1982).

Важной частью в развитии ИИ является разработка и оптимизация компьютерного зрения, которое включает в себя реализацию таких задач как распознавание объектов на видеоизображениях, то есть поиск, обнаружение и идентификация предметов, лиц или оптическое распознавание объектов.

Само понятие компьютерного зрения зародилось еще в начале 1950-х годов Джоном фон Нейман. Он первым предложил анализировать снимки путем сравнения яркости. А далее его начинания развивались согласно поставленным задачам того или иного времени, такие как распознавание машинного и рукописного текста, классификации хромосом и клеток, а также первые попытки моделирования нейронной деятельности человеческого мозга.

Первые успехи в этом направлении подали надежду на то, что еще немного и компьютеры смогут «видеть». Но все оказалось не так просто, и исследователи столкнулись с такими проблемами как взаимосвязь между свойствами трехмерных объектов с двухмерными изображениями. Для этих целей необходимо было выстроить и конкретизировать то, как сам человек видит и использует визуальную информацию для построения трехмерных структур. В итоге ученые пришли к следующей парадигме анализа изображений: (предварительная обработка изображений, выделение на сегменты, выделение геометрии формы, определение структуры и семантик).

В конце 1990-х годов произошел качественный скачок в направлении подхода к разработкам компьютерного зрения сразу в нескольких направлениях. Был перенесен опыт сразу из нескольких других дисциплин, а именно из ИИ, математической статистики, фотограмметрии. Это нашло свое отображение главным образом в самом распознавании изображений. Результаты фотограмметрии в начале XXI века позволили строить трехмерные модели в медицине практически в реальном времени.

Маловероятно конечно, что ИИ заменит врачей. Вместо этого системы ИИ используются для того, чтобы, например, отмечать потенциально злокачественные новообразования или опасные сердечные ритмы, чтобы врач мог сосре-



доточиться на интерпретации этих сигналов. Разработка лекарственных препаратов, как известно, является дорогостоящим мероприятием. Многие аналитические процессы при разработке лекарств можно сделать более эффективными с помощью машинного обучения. Это дает возможность сэкономить годы работы и сотни миллионов инвестиций. ИИ уже успешно используется на всех 4 основных этапах разработки лекарств: 1-й этап - определение объектов для применения; 2-й этап - поиск подходящих лекарственных препаратов-кандидатов; 3-й этап: ускорение клинических испытаний; 4-й этап: поиск биомаркеров для диагностики заболеваний. ИИ уже помогает нам более эффективно диагностировать заболевания, разрабатывать лекарства, персонализировать лечение и даже вносить изменения в гены. Но это только начало. Чем больше мы оцифруем и унифицируем наши медицинские данные, тем больше мы сможем использовать ИИ для поиска соответствующих закономерностей - закономерностей, которые мы сможем использовать для принятия точных и экономически эффективных решений в сложных аналитических процессах.

В 2020 году Сбербанк запустил систему виртуальных ассистентов «Салют». Виртуальные ассистенты понимают естественную речь, умеют отвечать на вопросы, искать информацию и могут выполнять поручения, например, записать пользователя в парикмахерскую, оплачивают покупки, переводят деньги и выбирают кино на вечер — достаточно дать нужную голосовую команду. Для расширения функционала данными приложениями в полной мере были разработаны помощники - ТВ-приставка SberBox и смарт-дисплей SberPortal.

Яндекс также усилено инвестирует в разработки ИИ. И уже сейчас в некоторых городах России можно увидеть милых роботов-доставщиков, о которых в конце XX века мы могли только читать или смотреть в кино из области фантастики. В то время, как в начале XXI - века стремительного развития технологий - уже проводится тест беспилотного автомобиля.

Мы можем оценить и результаты работы программистов московского метрополитена. Считывание лица для оплаты проезда, или взимание штрафов уже нашло свое применение на практике. Но конечно же вся система ИИ была изначально разработана человеком для удобства и замены кропотливой и напряженной работы человека. На данный момент специалисты работают и над созданием поезда нового поколения, в который поместится больше пассажиров. Его двери, по словам мэра, будут «рекордно широкими», а поездка станет более комфортной и тихой, прорабатывается возможность внедрения автономного хода и беспилотного управления.

В настоящее время искусственный интеллект повсеместно внедряется и в область машиностроения. Конструкторы активно используют симуляцию при разработке и проектировании дорогостоящих основных формообразующих инструментов, построенную на базе заложенного искусственного интеллекта. Если ранее для получения превосходного результата конечного продукта проводились долгие экспериментальные тестирования с множеством доработок и устранением ошибок полученного результата, которые для производства всегда означали высокие расходы, в частности, на дополнительное время, затраты

энергопотребления, расход сырья и привлечение трудовых ресурсов, то сейчас, для получения предположительного результата, во многом помогают симуляционные программы, которые на основе заложенных исходных данных смогут выдать ожидаемый результат и сэкономить вышеперечисленные расходы производства.

### **Заключение**

Среди учёных, работающих в области искусственного интеллекта, возникает вопрос о способности его соответствию человеческому разуму. Ответ на этот вопрос очень затруднён, среди философов нет единого мнения, чёткой фиксации природы человеческого разума, это объясняет множество самых различных идей в научных работах.

В философско-психологических исследованиях данной темы можно выделить аналоги функционирования человеческого мозга и компьютера. Схожесть заключается в том, что мозг рассматривают как цифровой компьютер, а сознание как компьютерную программу, то есть мозг, один из видов компьютера. На основе этих сравнений закладывается база для работы искусственного интеллекта.

Г. С. Поспелов и Д. А. Поспелов придерживаются мнения, что изучение ИИ связано с поиском путей внедрения в развивающиеся системы управления, в технические сферы и различные механизмы интеллектуальных систем.

Принцип соотношения искусственного и естественного к человеку как к существу «искусственно-естественному» сформулировал Г. П. Щедровицкий. В процессе измерения исследования объектов он выделил «искусственные» и «естественные» компоненты, которые характеризуются с позиции функций и свойства объекта. Человеку свойственно преобразовывать окружающую среду, создавать «вторичную» природу под себя и свои потребности, то есть искусственную. При этом искусственные системы, создаваемые человеком, трудно отличимы от естественных, копируя и уподобляя их схожесть. Искусственный интеллект же способен не только достигать поставленных целей, а также корректировать их, накапливать опыт решения задач, совершенствовать своё поведение и воспроизводить на основе имеющихся данных – опыт, знания.

Насколько управляемым станет данный прорыв в технологиях сейчас задумываются немногие. К примеру, создатель ChatGPT и генеральный директор компании Open AI Сэм Альтман рассказал в интервью, что его чат-бот является самым быстро развивающимся приложением в мире. Недавно бот сдал на отлично выпускные экзамены по математике и на диплом юриста. «Его потенциал растёт очень стремительно. Пока программа реагирует только на приказы человека и находится под его полным контролем. Но всегда найдутся те, кто снимет с нее эти ограничения», -говорит Альтман, -«и обществу нужно заранее продумать, как оно будет на это реагировать. А времени всё меньше.»

### **Список литературы**

[1] Аркадьева А.Г. и Бравермана Э.М. «Обучение машины классификации объектов»

[2] М. Тим Джонс «Программирование искусственного интеллекта в приложениях»

[3] Сандра Блейкли, Джефф Хокинс «Об интеллекте»

[4] Хьюбел Дэвид «Глаз, мозг, зрение»

[5] Künstliche Intelligenz in der Medizin: <https://www.datarevenue.com/de/blog/kuenstliche-intelligenz-in-der-medizin>

[6] Kunststoffrecycling 4.0: Künstliche Intelligenz und digitaler Zwilling spart Ressourcen, 2022

[7] The Guardian: “We are a little bit scared: Open AI CEO warns of risks of artificial intelligence” dd. 17.03.2023

**Синицын Александр Сергеевич** – студент ИУК4-21Б КФ МГТУ им. Баумана ИУК4-21Б. E-mail: alex.sinitcyn@gmail.com

## ВЫБОР ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ МАКЕТА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАПОЛНЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ УЧЕБНЫХ СМОТРОВ

В web-приложении для автоматизации заполнения документации учебных смотров предусмотрена возможность заполнения ведомостей преподавателями, а также ознакомление с успеваемостью как куратором группы, так и студентами.

Очевидно, что у пользователей web-приложения различные размеры экранов устройств, которые отображают соответствующие объемы информации. [1] Как правило, преподаватели, работая с приложением, используют ноутбуки или персональные компьютеры. Студенты в большей степени узнают результаты промежуточной аттестации, используя мобильные устройства.

Данную проблему необходимо учесть при выборе макета web-приложения и дальнейшей разработке дизайна.

Данная работа формирует представление о существующих подходах к созданию макетов web-приложений и помогает в выборе в зависимости от поставленной задачи.

В настоящее время существует 3 вида макетов:

- фиксированный;
- «резиновый»;
- адаптивный.

Фиксированный макет — макет страницы, ширина контента которой четко задана в пикселях и не меняется в зависимости от размеров окна браузера.[2]

При таком подходе не нужно создавать несколько макетов web-приложений. Данный тип макета занимает меньше всего времени при разработке. Однако является самым неудобным. В настоящее время считается устаревшим. Пример фиксированного макета представлен на рис. 1.

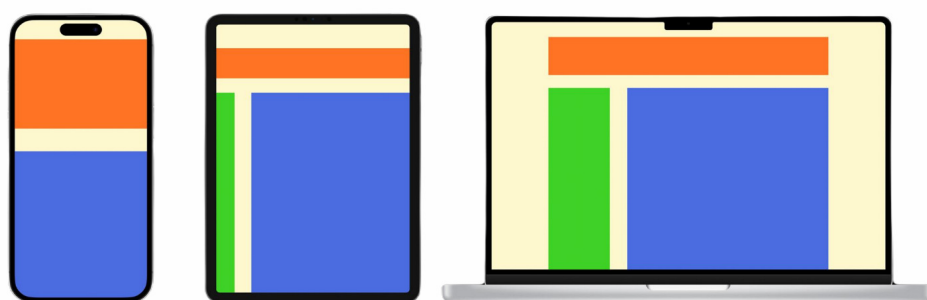


Рис. 1. Фиксированный макет

Данный тип макетов не применим для данной работы, поскольку при использовании мобильного устройства страница web-приложения не видна полностью.

«Резиновый» тип макетов. Контент принимает размер любого экрана за счет использования относительных показателей (процентных) для структурных элементов вместо статических, в пикселях.[2]

Данный тип макетов также является устаревшим, так как учитывает только определенный тип устройств. Не предусматривается вид контента на экранах с большой или маленькой шириной. Пример резинового макета представлен на рис. 2.

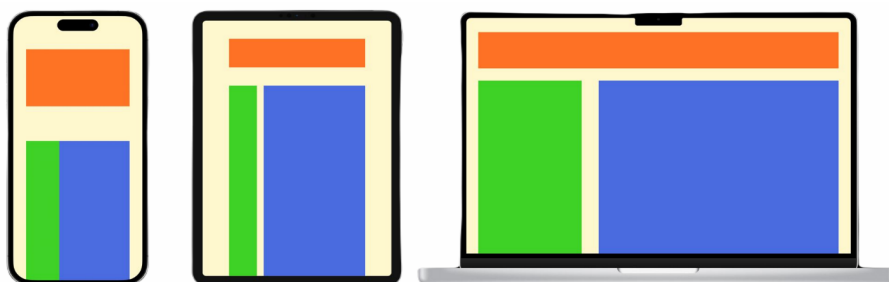


Рис. 2. Резиновый макет

Данный тип макетов не удовлетворяет требованиям поставленной задачи, так как имеет узкий перечень устройств, на которых работает корректно, что неудобно для пользователей.

Адаптивный макет. При таком макете в зависимости от разрешения пользовательского устройства блоки меняют свои свойства (размер шрифта, отступы и позиционирование).

Разработка данного типа макета занимает много времени. На устройствах с большим экраном контент будет свободно просматриваться, видна навигация. На телефонах и планшетах сайт будет скрывать меню навигации и показывать только наиболее важный контент.[4] Например, блоки, выстроенные горизонтально, становятся друг под друга, заголовки уменьшаются, иллюстрации сжимаются, а иногда и вовсе пропадают. Пример адаптивного макета представлен на рис. 3.

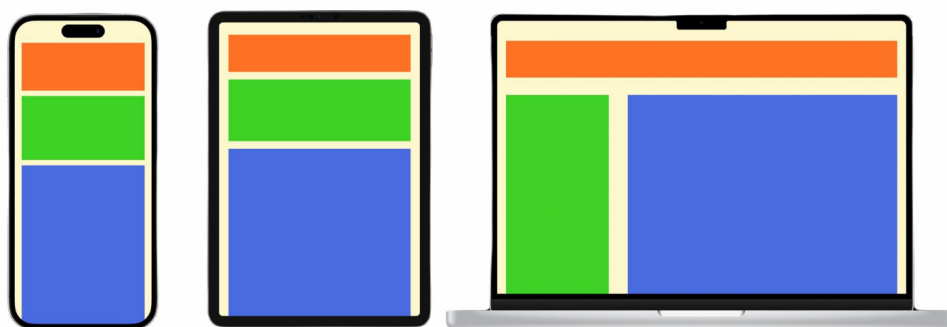


Рис. 3. Адаптивный макет

Для реализации адаптивной верстки существуют специальные фреймворки.

Фреймворки — это программная среда, цель которой существенно облегчить процесс объединения определенных компонентов при создании программ.[5]

Плюсы использования фреймворков: низкая вероятность ошибки, ускоренная разработка макета за счет использования готовых классов и компонентов. Однако отсюда следует минус - потеря уникальности сайта.

В данной работе рассмотрены три подхода к созданию макетов. Выявлены их плюсы и минусы, представленные в табл. 1.

Таблица 1.

### Плюсы и минусы различных подходов к разработке макетов web-приложений

Подход к разработке макета web-приложения	Плюсы	Минусы
Фиксированный	Значения в пикселях позволяют точно контролировать размер и позиционирование элементов	По краям страницы могут образовываться большие промежутки
	Контроль длины строк текста, так как она не зависит от размера окна пользователя	Если разрешение экрана пользователя гораздо выше, чем разрешение экрана дизайнера, то страница может оказаться уменьшенной, а текст будет труднее читать
	Размер изображения всегда остается неизменным по отношению к остальным элементам страницы	Если пользователь увеличит размер шрифта, то текст может не поместиться в отведенное для него пространство
	Значения в пикселях позволяют точно контролировать размер и позиционирование элементов	По краям страницы могут образовываться большие промежутки
«Резиновый»	Страницы растягиваются, чтобы заполнить все окно браузера, поэтому на большом экране по краям страницы не образуются пробелы	Если ширина разделов страницы не настроена, то дизайн может выглядеть иначе, так как около некоторых элементов появятся промежутки
	При небольшом окне браузера страница может сжаться до нужного размера, и пользователю не придется прокручивать ее в сторону	В очень широком окне браузера строки текста могут стать чрезмерно длинными, что затруднит восприятие
	Когда пользователь увеличивает размер шрифта, проблем не возникает, поскольку страница способна растягиваться	В очень узком окне браузера на каждой строке может оказаться лишь по несколько слов
		Если элемент фиксированной ширины находится в блоке, который его не вмещает, элемент может перекрыть текст
Адаптивный	При небольшом окне браузера страница может перестроить размер и расположение блоков для оптимального отображения на экране устройства	Разработчику необходимо думать о дополнительных вводных, таких как точки слома

Таким образом, для разработки frontend-части web-приложения для автоматизации заполнения документации учебных смотров подойдет адаптивный макет. Так как на страницах web-приложения расположены таблицы и графики

анализа успеваемости, то данный тип макетов позволяет решить проблему корректного отображения на экранах с различными разрешениями.

### **Список литературы**

[1] Даккет Д. *HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов*. Москва, Эксмо, 2021, 480 с.

[2] *Frontender Magazine. Адаптивно-отзывчивый: разбираемся в терминологии*. URL: <https://frontender.info/adaptive-vs-responsive-terminology/> (дата обращения 14.03.2023).

[3] *Основные этапы разработки web-приложений*. URL: [https://www.rusnauka.com/16\\_ADEN\\_2011/Informatica/3\\_85389.doc.htm](https://www.rusnauka.com/16_ADEN_2011/Informatica/3_85389.doc.htm) (дата обращения 14.03.2023).

[4] Палаш Б. В., Голубничий А. А. Адаптивная верстка. *E-scio*, 2021. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnaya-verstka> (дата обращения 14.03.2023).

[5] *Фреймворк - важный инструмент программиста. Обзор HTML/CSS, PHP, Javascript и Python-фреймворков и библиотек*. URL: <https://fructcode.com/ru/blog/features-of-popular-frameworks-html-css-php-and-python-frameworks/> (дата обращения 14.03.2023).

**Мельник Маргарита Евгеньевна** – студент ИУК5-62Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: rit.mel@yandex.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vershinin@bmstu.ru

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЮЗАБИЛИТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ДИЗАЙНА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

В настоящее время разработка веб-приложений является популярной и быстро развивающейся сферой в области IT-технологий. Один из главных вопросов, возникающих при создании дизайна веб-приложения – это проблема выбора подходящего программного обеспечения с нужным количеством функций, которые сделают веб-разработку проще, удобнее и быстрее.

Самой важной составляющей в создании веб-приложения является его дизайн, поскольку именно на него в первую очередь обращает внимание пользователь. Для решения проблемы подбора программы с необходимым функционалом существует большое количество различных приложений.

Рассмотрим популярные виды приложений, предназначенных для создания дизайна и проектирования интерфейсов веб-приложений, а также сделаем вывод, какое из них будет наиболее подходящим для решения данной задачи. Каждое из них имеет определенный набор функциональных возможностей, свои преимущества и недостатки.

Графический редактор «**Sketch**». Не занимает много места на компьютере, а также имеет большое количество инструментов для создания и редактирования макета веб-приложений. Рассмотрим плюсы и минусы данного приложения. [1]

### **Преимущества:**

1. Понятный и удобный интерфейс, что помогает не запутаться при работе с приложением;
2. Большое количество интеграций со сторонними сервисами;
3. Высокая скорость запуска программы, т.к. используются ресурсы операционной системы;
4. Есть возможность командной работы в приложении;
5. Большое количество встроенных библиотек, шаблонов и плагинов для дизайна. Поддерживает векторное редактирование, прототипирование;
6. Есть возможность экспорта файлов.

### **Недостатки:**

1. Предназначен только для операционной системы MacOS, нет версий для операционной системы Windows;
2. Большая цена, отсутствует бесплатная версия программы;
3. Скорость запуска и быстрота открытия файлов зависит от мощности операционной системы;
4. Командная работа в приложении доступна только при покупке дорогого тарифа;
5. Без использования плагинов функционал недостаточно обширный. Нет редактора CSS-кода;
6. При обновлении приложения на более новую версию ранее созданные проекты могут не открываться.



Графический редактор «**Figma**». Представляет собой онлайн-приложение для создания интерфейсов и дизайна веб-приложений. Рассмотрим плюсы и минусы данной программы. [2]

**Преимущества:**

1. Имеет удобный и интуитивно понятный интерфейс;
2. Кроссплатформенность, работает в любой операционной системе;
3. Есть бесплатная версия программы с широким функционалом;
4. Есть возможность командной работы в приложении;
5. Большое количество инструментов для дизайна, возможность редактирования как одного компонента, так и группы компонентов. Широкие возможности работы со шрифтом, пером, круговыми элементами. Программа имеет встроенный редактор CSS-кода;
6. В программе есть функция автоматического сохранения данных, а также истории редактирования проекта. Данные сразу загружаются в облачное хранилище, сохраняя при этом возможность просмотра промежуточных версий редактирования проекта;
7. Сохранение проекта в файл, в случае отключения интернета данные не будут потеряны.

**Недостатки:**

1. Для работы с программой необходимо интернет-соединение;
2. Скорость работы программы зависит от мощности операционной системы;
3. В бесплатной версии присутствует ограничение на количество проектов и редакторов;
4. Возможность доступа к одному проекту более, чем двум людям возможна только при покупке подписки;
5. При работе с приложением могут возникать ошибки с текстовыми слоями;
6. Могут появиться проблемы при импорте файлов.

Графический редактор «**Adobe XD**». Позволяет разрабатывать интерфейсы, а также имеет поддержку векторной графики. Рассмотрим преимущества и недостатки этого приложения. [4]

**Преимущества:**

1. Приложение имеет удобный для работы интерфейс, похожий на интерфейс в ранее рассмотренных программах «Sketch» и «Figma»;
2. Кроссплатформенность, работает в операционных системах MacOS и Windows;
3. Есть функция командной работы в приложении;
4. Много возможностей для дизайна: создание состояний для каждого элемента, повтор сетки, векторное редактирование. Можно создавать интерактивные прототипы, также приложение работает с большим количеством плагинов; [3]
5. Функция создания голосового прототипирования, является уникальной;
6. Совместимость с другими сервисами Adobe.

### Недостатки:

1. В бесплатной версии при совместной работе доступен только один проект, с которым могут работать одновременно не более двух человек;
2. Маленькое количество инструментов, необходимых для работы с текстом;
3. Программа не имеет встроенного редактора CSS-кода;
4. Невозможность тестирования прототипов на устройствах, использующих платформу Android.

В данной работе рассмотрены три приложения, предназначенные для дизайна веб-приложений. Выявлены их плюсы и минусы, представленные в табл. 1.

Таблица 1.

### Сравнительная таблица плюсов и минусов программ для дизайна веб-приложений

Параметр сравнения	Sketch	Figma	Adobe XD
Удобный и понятный интерфейс	+	+	+
Большое количество инструментов для дизайна, создания макетов и прототипирования	+	+	+
Встроенный редактор CSS-кода	-	+	-
Кроссплатформенность	-	+	+
Командная работа над проектом	+	+	+
Широкий функционал в бесплатной версии программы	-	+	-
Удобный импорт/экспорт файлов	+	+	+

Таким образом, для разработки дизайна веб-приложения наиболее подходящей по функциональным возможностям и доступной по цене является программа «Figma». С помощью данного приложения можно создавать как простые варианты макетов сайтов, так и сложные проекты с большим количеством элементов интерфейса. Figma имеет достаточно простой интерфейс с широким выбором инструментов для дизайна, поэтому подходит как для начинающих дизайнеров, так и для людей, имеющих опыт в данной области.

### Список литературы

[1] 7 площадок для дизайна сайта. Что выбрать? – URL: <https://habr.com/ru/post/505698/>

[2] *Figma* vs *Sketch*: битва популярных редакторов для проектирования интерфейсов. – URL: <https://idbi.ru/blogs/blog/figma-i-sketch>

[3] *Adobe XD* против *Sketch*: плюсы и минусы каждого инструмента. – URL: <https://say-hi.me/design/graphic-design/adobe-xd-protiv-sketch-plyusy-i-minusy-kazhdogo-instrumenta.html>

[4] *Программы* для веб-дизайнера: где создавать сайты? – URL: <https://ux-journal.ru/programmy-dlya-veb-dizajnera-gde-sozdavat-sajty.html>

**Потоколова Алиса Алексеевна** – студент ИУК5-82Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [cyber\\_reality@mail.ru](mailto:cyber_reality@mail.ru)

**Вершинин Евгений Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, доцент КФ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [vershinin@bmstu.ru](mailto:vershinin@bmstu.ru)

## ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛИЗАТОРА СЕТИ WiFi ПРИ ЕЁ РАЗВЕРТЫВАНИИ

### Введение

Инструмент WiFi анализатор помогает нам сформировать отчёт о функционировании сети Wi-Fi, для улучшения процесса развертывания.

Основная функция анализатора Wi-Fi заключается в проверке соединения, сборе данных и точном определении проблем, вызванных плохим сигналом. WiFi анализатор собирает данные с различных беспроводных каналов и точек доступа и предоставляет визуализированный отчет.

Выполним обзор функционала доступных анализаторов:

Automated network device discovery NETSPOT

**Особенности:** Сканирование любой области, от квартиры до склада; есть подробные визуализации в NetSpot PRO, на домашнем или корпоративном рабочем столе для анализа покрытия Wi-Fi; Проверка скорости интернета в сети; сканирование внешних и локальных беспроводных сетей; Обновление диаграмм в режиме реального времени; Возможность сравнивать сети на основе канала Wi-Fi и уровня сигнала; При сканировании сетей есть следующие фильтры: Имя, протокол безопасности, уровень сигнала и полоса пропускания.

**Плюсы:** Использование бесплатной версии для простого анализа Wi-Fi. Для начинающих и опытных пользователей личная информация не требуется для бесплатной загрузки, установки и использования продукта. Предлагает всю информацию, необходимую для понимания состояния Wi-Fi по соседству. Есть множество диаграмм и визуальных инструментов, помогающих визуализировать спектр беспроводной связи. Есть видео-уроки и документация от NetSpot.

**Минусы:** Расширенные возможности сетевого администрирования, отображение зон, визуализация и другие возможности отсутствуют в бесплатной пробной версии NetSpot. Функция отображения может плохо восприниматься для людей, которые не особенно разбираются в технологиях.

SolarWinds WiFi Analyzer

**Особенности:** Мониторинг сети у нескольких поставщиков. Это помогает в мониторинге беспроводных сетей и управлении ими. Предоставляет информацию о сети для повышения видимости и помогает выявлять и устранять проблемы с Wi-Fi с помощью настраиваемого интерфейса. Для проведения базового анализа Wi-Fi - это один из лучших анализаторов; приложения показывают сетевые маршруты и создаёт отчеты.

**Плюсы:** Отслеживаются пороговые значения SQL. Отслеживается быстрая настройка "из коробки", обрабатывающая запросы API и пороговые значения SQL. Мониторинг пула DHCP, мониторинг сервера Windowsserver, мониторинг приложений и служб - отчеты, оповещения и обновления статуса в режиме реального времени. Обеспечивается необходимый мониторинг/наглядность.

**Минусы:** Когда API Poller сталкивается с проблемами при получении информации, он не отображает сообщения. Учитывая целевую аудиторию продукта, малое количество готовых шаблонов для мониторинга отталкивает пользователей. Не включены приложения для Windows.

#### PRTG Professional WiFi Analyzer

**Особенности:** Есть возможность измерять потоки беспроводного трафика и быстро находить отклонения в работе. При нарушении работы сети Wi-Fi датчики PRTG быстро предупреждают и помогают в настройке сети. Для сети Wi-Fi можно настроить систему сигнализации/оповещения. Анализирует все аспекты беспроводных сетей, встроенные датчики пропускной способности могут обнаруживать интенсивность использования, а подключение специализированных SNMP-датчиков помогут отслеживать проблемы сетевой безопасности. Есть уведомления об индивидуальной пропускной способности.

**Плюсы:** Очень гибкое приложение, с поддержкой большинства устройств, поддерживающих сервисы, есть журнал истории событий. Отображения текущего состояния системы.

**Минусы:** Лицензия для датчиков дорого стоит. Требуется специальный сервер на месте и возможность для создания информационной панели. Интерфейс конфигурации устарел и сложен в использовании.

#### Обобщение и оценка результатов

В ходе работы было рассмотрено: что такое WiFi анализатор и зачем он нужен. Инструменты тестирования, такие как: SolarWinds WiFi Analyzer, NETSPOT и PRTG Professional WiFi Analyzer, которые позволяют сканировать сети и получать данные в виде отчетов для устранения проблем. Лучше всего анализатор использовать при развертывании сети и последующего устранения проблем, возникающих походу, либо же при возникновении сбоев в работе беспроводной сети.

#### Список литературы

[1]. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021615525 Российская Федерация. Анализатор занятости каналов WiFi (Nodemcu-esp8266) : № 2021614176 : заявл. 29.03.2021 : опубли. 08.04.2021 / Н. Э. Чернышов. – EDN MQPUNI. Белова, Т. С.

[2]. Безопасность данных, передаваемых по сети WIFI / Т. С. Белова, О. С. Ключко – 2016. – № 4(9). – С. 54-61. – EDN XHJVGX. Журнал!!!

[3]. Чернов, П. В. Wi-Fi анализатора на основе SDR приемника / П. В. Чернов, С. В. Маков // Научная весна - 2022. Технические науки : Сборник научных трудов: научное электронное издание, Шахты, 16–20 мая 2022 года / Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты. – Шахты: Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты, 2022. – С. 320-325. – EDN TKITWT.

**Гусько Глеб Александрович** – студент ИУК5-82Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: ka-s-2015@mail.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vershinin@bmstu.ru

## ВЫБОР ФОРМАТА ОБМЕНА ДАННЫМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

*В связи с развитием информационных технологий растёт и потребность в новых интернет-магазинах, что ставит перед разработчиками задачу по выбору наиболее эффективного способа обмена данными. Данная статья посвящена обоснованию выбора формата обмена данными при разработке интернет-магазина. В данной статье исследованы современные форматы представления данных. Произведено сравнение форматов обмена данными по времени затраченному на сериализацию и десериализацию массива данных, а также по размеру файла после процесса сериализации. Для вычисления размера файла были использованы встроенные возможности языка программирования 1С. Определен наиболее эффективный формат обмена данными. Проведенное исследование показало, что наилучшим форматом обмена данными при разработке интернет-магазина является формат JSON.*

**Ключевые слова:** *представление данных, формат обмена, способ обмена данными*

При разработке интернет-магазина чрезвычайно важно определить формат обмена данными. Правильный выбор формата обмена данными позволяет обеспечить эффективную связь между клиентской и серверной частью приложения. Благодаря правильно выбранному формату представления данных, можно уменьшить размер используемой памяти и, следовательно, увеличить скорость работы веб-приложения. Поскольку клиент-серверные приложения напрямую связаны со сбором и обменом данными, выбор соответствующего формата данных для обмена имеет большое значение. Тем более, если речь идет о интернет-магазинах, где на сайт может выгружаться огромное количество товаров, оформляться огромное число заказов, что может приводить к снижению скорости работы системы или даже к ее отказу. Конечно, в таком случае стоит выбрать наиболее быстрый и удобный способ обмена.

В настоящее время для веб-приложений доступно множество форматов обмена данными. Если речь идет о интернет-магазине, то здесь важную роль играет взаимодействие с программой складского учета. Наиболее популярные программы складского учета: 1С Предприятие, МойСклад, ЕКАМ, Контур.Маркет. Для обмена данными в таких системах часто используются два формата обмена данными JSON, XML. Каждый из этих форматов данных имеет свои сильные и слабые стороны. Выбор подходящего формата обмена данными может существенно повлиять на скорость передачи данных и производительность системы. В качестве основных технологий для сравнения были выбраны JSON, XML. Данный выбор обусловлен распространенностью в современных системах учета, а также, динамикой развития форматов обмена данными. Для сравнения форматов обмена данными, были выбраны следующие критерии оценки:

1. Удобочитаемость кода.
2. Время сериализации и десериализации.
3. Объем файла.

JSON (англ. Java Script Object Notation) – текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript, который поддерживается многими языками программирования. JSON легко читается, в отличие от формата XML, который имеет древовидную структуру (рис. 1.). Формат JSON чаще всего применяется при использовании архитектурного стиля REST.

XML (англ. eXtensible Markup Language) – расширяемый язык разметки. Язык называется расширяемым, поскольку он не фиксирует разметку, используемую в документах. Разработчик сам создает разметку в соответствии с потребностями в конкретной области, будучи ограниченным лишь синтаксическими правилами языка. XML поддерживает теги, атрибуты, комментирование, что является преимуществом для некоторых задач, но из-за этого он уступает в удобочитаемости формату JSON.



Рис. 1. Представление информации в форматах JSON и XML

### Описание эксперимента

Сравнение времени, которое будет потрачено на сериализацию и десериализацию данных будет сделано с помощью программы складского учета 1С Предприятие. 1С Предприятие умеет работать с основными форматами обмена данными – JSON и XML. Объекты типа массив в системе 1С могут быть сериализованы в JSON и XML формат.

Для того чтобы сравнить данные сначала создадим массив, где одним элементом массива будет являться структура. Затем применим функцию СериализоватьJSON() (рис. 2.) к нашему массиву, в качестве параметра передадим массив, тем самым преобразуем данные в формат JSON. Далее, эти данные сохраним в файл.



```

Функция СериализоватьJSON(ОбъектСериализации)
    ЗаписьJSON = Новый ЗаписьJSON;
    ЗаписьJSON.УстановитьСтроку();
    ЗаписатьJSON(ЗаписьJSON, ОбъектСериализации);
    Возврат ЗаписьJSON.Закрыть();
Конецфункции

Функция СериализоватьXML(ОбъектСериализации)
    ДеревоВОбъектеXDTO = СериализаторXDTO.ЗаписатьXDTO(ОбъектСериализации);
    ЗаписьXML = Новый ЗаписьXML;
    ЗаписьXML.УстановитьСтроку();
    фабрикаXDTO.ЗаписатьXML(ЗаписьXML, ДеревоВОбъектеXDTO);
    Возврат ЗаписьXML.Закрыть();
Конецфункции

```

Рис. 2. Функции сериализации данных в формат JSON и XML

Для сравнения времени затраченного на сериализацию и десериализацию данных напишем две функции. Функция НачатьЗамер() будет возвращать нам текущую дату в миллисекундах, функция ЗакончитьЗамер() будет вычислять также дату в миллисекундах, но возвращать будет разницу по времени. Чтобы посчитать время, которое было потрачено на вычисления функцией сериализации, перед тем, как вызвать функцию СериализоватьJSON(), вызовем функцию НачатьЗамер() (рис. 3.) и сохраним результат в переменную. После вызова функции СериализоватьJSON, вызовем функцию ЗакончитьЗамер(), в которую передадим результат функции НачатьЗамер() (рис. 4.).

```

Функция НачатьЗамер()
    Возврат ТекущаяУниверсальнаяДатаВМиллисекундах();
Конецфункции

Функция ЗакончитьЗамер(Замер)
    КонечноеВремя = ТекущаяУниверсальнаяДатаВМиллисекундах();
    Возврат КонечноеВремя - Замер;
Конецфункции

```

Рис. 3. Функции, с помощью которых производится замер по времени

```

Замер = НачатьЗамер();
СтрокаДляТела = СериализоватьXML(МассивКлиентов);
РезультатЗамера = ЗакончитьЗамер(Замер);
ИтоговыйРезультат = РезультатЗамера/1000;

```

Рис. 4. Фрагмент кода, показывающий процесс выполнения замера

В итоге получим время, которое требовалось на выполнение функции СериализоватьJSON(). По такому же принципу вычислим время десериализации, используя функцию ДесериализоватьJSON() (рис. 5.).

Затем повторим те же действия, но уже для того, чтобы получить время, затраченное на сериализацию и десериализацию данных в формате XML. Для вычисления размера файла после выполнения функции сериализации воспользуемся встроенными возможностями языка программирования 1С, используем функцию Размер(), которая возвращает размер файла в байтах.

```

□ функция ДесериализоватьJSON (ОбъектJSON)
  ЧтениеJSON = Новый ЧтениеJSON;
  ЧтениеJSON.ОткрытьФайл (ОбъектJSON);
  Параметр = ПрочитатьJSON (ЧтениеJSON);
  ЧтениеJSON.Закреть ();
  Возврат Параметр;
Конецфункции

□ функция ДесериализоватьXML (ОбъектXML)
  ЧтениеXMLДанных = Новый ЧтениеXML;
  ЧтениеXMLДанных.ОткрытьФайл (ОбъектXML);
  Параметр = СериализаторXDTO.ПрочитатьXML (ЧтениеXMLДанных);
  ЧтениеXMLДанных.Закреть ();
  Возврат Параметр;
Конецфункции

```

Рис. 5. Функции десериализации данных из формата JSON и XML

Таблица 1

### Сравнение форматов представления данных

№ замера	Количество элементов 100		Количество элементов 1000		Количество элементов 10 000	
	С	Д	С	Д	С	Д
Формат представления данных JSON						
1	0,078	0,078	0,657	0,344	6,566	3,282
2	0,079	0,062	0,664	0,359	6,575	3,268
3	0,078	0,094	0,758	0,360	6,500	3,267
4	0,094	0,062	0,782	0,357	6,650	3,265
5	0,078	0,064	0,751	0,360	6,488	3,299
6	0,094	0,064	0,664	0,359	6,507	3,284
7	0,093	0,064	0,665	0,360	6,569	3,282
8	0,078	0,080	0,649	0,343	6,476	3,285
9	0,078	0,064	0,657	0,373	6,393	3,283
10	0,078	0,080	0,657	0,344	7,020	3,267
Формат представления данных XML						
1	0,125	0,093	0,931	0,515	9,229	4,814
2	0,110	0,093	0,946	0,516	9,018	4,830
3	0,110	0,078	0,954	0,516	9,432	4,830
4	0,109	0,078	0,961	0,515	9,243	4,815
5	0,109	0,094	0,954	0,500	9,049	4,813
6	0,110	0,078	0,970	0,502	9,010	4,802
7	0,109	0,093	0,954	0,501	9,018	4,853
8	0,110	0,094	0,946	0,500	9,066	4,859
9	0,110	0,078	0,946	0,501	9,251	4,815
10	0,110	0,094	0,945	0,516	9,003	4,816

ПРИМЕЧАНИЕ: (С – время, затраченное на сериализацию массива в секундах, Д – время, затраченное на десериализацию массива в секундах)

Для сравнения двух форматов обмена данными был взят массив из 100, 1000, 10000 элементов. Для разного количества элементов замеры проводились

10 раз, и затем находилось среднее время сериализации и десериализации в секундах (табл. 1).

Таблица 2

**Итоговая таблица средних значений**

	JSON	XML
Количество элементов	100	100
Время сериализации, с	0,0828	0,1112
Время десериализации, с	0,0712	0,0873
Размер файла, байт	17 407	48 756
Количество элементов	1000	1000
Время сериализации, с	0,6912	0,9507
Время десериализации, с	0,3559	0,5082
Размер файла, байт	174 007	486 156
Количество элементов	10 000	10 000
Время сериализации, с	6,5744	9,1319
Время десериализации, с	3,2782	4,8248
Размер файла, байт	1 740 007	4 860 156

(Размер файла указан в байтах, среднее время сериализации, десериализации в секундах).

В итоговой таблице (табл. 2) отражено среднее время сериализации, десериализации данных, а также размер данных после сериализации.

**Заключение**

Размер файла, который хранит данные в формате JSON, имеет объем в 2,8 раз меньше чем, файл, содержащий те же самые данные, но в формате XML. Это означает, что файл в формате JSON будет передаваться быстрее, чем файл в формате XML. Также, по скорости сериализации формат обмена JSON будет быстрее в 1,3 раза, чем XML. По скорости десериализации формат обмена JSON, при количестве элементов 100 быстрее в 1,2 раза, а при количестве элементов 1000, 10 000 быстрее в 1,4 раза, чем XML.

Оба формата являются популярными и широко используются в интернет-магазинах. Однако, формат обмена JSON работает быстрее и занимает меньше места, чем XML, что может быть важным критерием при выборе формата обмена данных для интернет-магазина.

Таким образом, рекомендуется использовать JSON для обмена данными в интернет-магазине. Однако, стоит понимать, что выбор формата обмена данными зависит от конкретных требований, поэтому следует учитывать и другие факторы, например, такие, как выбранный стек технологий.

**Список литературы**

[1]. A. A. Abd, El-Aziz A. Kannan «JSON encryption», 2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCI).

[2]. Changxia Sun, Xia Zeng Chengzhong, Sun Haiping Si, Yanling Li «Research and Application of Data Exchange based on JSON», 2020 Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers (IPEC).

[3]. Sebastian Maneth, Nikolay Mihaylov, Sherif Sakr «XML Tree Structure Compression», 2019 International Workshop on Database and Expert Systems Applications (IWDE).

**Шелков Сергей Евгеньевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: shelkovsergey@mail.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – заведующий кафедрой ИУК5 «Системы обработки информации», заместитель директора КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по научно-исследовательской работе, кандидат физико-математических наук, доцент, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ver-shinin@bmstu.ru

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕПРОПРИЕТАРНЫХ ФРЕЙМВОРКОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВИДЕОИГР

*Видеоигры – один из наиболее популярных видов развлечения в мире, которым одновременно пользуются десятки миллионов людей по всему миру. По мере увеличения числа игроков и роста вычислительных мощностей ЭВМ становились более высокими и требования к видеоиграм. С каждым новым продуктом разработчики добавляли новые механики и совершенствовали уже реализованные аспекты своих проектов. В связи с этим видеоигры становились всё более сложными с технической точки зрения, и писать код для каждого нового проекта с нуля становилось чрезвычайно долго и затратно. В конечном итоге это привело к появлению фреймворков для разработки видеоигр, которые получили название «игровые движки». Выбор движка для разработки видеоигры – очень важный вопрос, который требует тщательного анализа и обдумывания доступных решений.*

**Ключевые слова:** видеоигры, разработка видеоигр, игровая индустрия, игровой движок, Unity, Unreal Engine, GameMaker, Godot, Construct.

Границы между фреймворком для разработки видеоигр и непосредственно игрой довольно расплывчаты, но, тем не менее, можно определить игровой движок как ключевое программное обеспечение видеоигры, выполняющее базовые, общие функции (например, отрисовка графики, расчёт физики объектов и т.д.), которое может быть использовано для разработки множества различных игр с минимальными изменениями. [1]

Для проведения сравнительного анализа были отдельно рассмотрены пять из наиболее популярных движков, применяемых при разработке видеоигр: Unity, Unreal Engine, GameMaker, Godot, Construct. [2] При проведении сравнения важно уделить внимание технической составляющей движков, сообществу разработчиков и доступности рассматриваемого ПО российским разработчикам в условиях текущих санкций.

Unity – универсальный движок для разработки 2D и 3D видеоигр, созданный в 2005 году Unity Technologies. Это самый популярный движок среди инди-разработчиков [2], в связи с чем он имеет очень большое сообщество пользователей, успевших создать большое число обучающих материалов и игровых ассетов.

Основной язык программирования на Unity – C#, но также допускается применение визуальной no-code технологии программирования Bolt.

К плюсам Unity можно отнести:

- большой набор инструментов с 2D и 3D окружением;
- модульная система компонентов, предоставляющая программисту возможность расширить её при необходимости;

- кроссплатформенность;
- низкий порог вхождения за счёт большого количества обучающих материалов;
- большое сообщество разработчиков;
- наличие магазина готовых игровых ассетов (Unity Asset Store).

К минусам Unity можно отнести:

- крайне большой размер конечных файлов;
- качество 3D графики уступает конкурентам;
- относительная медлительность, не позволяющая создавать слишком крупные проекты.

На Unity были созданы многие крайне популярные видеоигры, среди которых Among Us, Fall Guys, Cities: Skylines, Phasmophobia, Hollow Knight и даже отечественная Escape from Tarkov. Стоит отметить, что данный движок доступен к использованию российским разработчикам.

Unreal Engine (UE) – игровой движок для 3D видеоигр, разрабатываемый и поддерживаемый компанией Epic Games. Данное ПО прошло долгий путь развития и на данный момент представляет собой один из самых продвинутых непроприетарных игровых движков. К данному продукту обращаются как небольшие независимые команды разработчиков, так и крупные игровые студии.

Основным языком программирования на Unreal Engine является C++, хотя допускается и применение no-code технологии визуального программирования под названием Blueprints.

К плюсам Unreal Engine можно отнести:

- кроссплатформенность;
- огромный набор инструментов, пригодный в том числе к созданию AAA-проектов;
- возможность работы с 2D и 3D графикой;
- высокое качество графики;
- весомое сообщество разработчиков;
- большое количество обучающих материалов;
- мягкие условия лицензирования;
- наличие готовых игровых ассетов.

К минусам Unreal Engine можно отнести:

- внушительные размеры конечных файлов и самого движка;
- не самая высокая производительность, требующая тщательной оптимизации;
- высокий порог вхождения ввиду сложности движка.

Unreal Engine – ведущий непроприетарный движок для разработки AAA-игр, поэтому на его счету много нашумевших проектов: Fortnite, Borderlands 3, ARK: Survival Evolved, Stray и недавно вышедший отечественный хит – Atomic

Heart. Unreal Engine доступен к использованию российскими разработчиками, но, согласно некоторым данным, легальный выпуск игры для лиц из России заблокирован, так как не представляется возможным заполнить необходимую для этого форму с российских IP-адресов. [3]

GameMaker – популярный движок для создания 2D игр, нацеленный на начинающих разработчиков. Это достаточно мощный инструмент, обладающим относительно простым интерфейсом и большим сообществом разработчиков, создавших множество обучающих материалов.

Для разработки проектов с помощью данного движка используется особый язык GML, сочетающий элементы таких языков, как JavaScript, C++ и т.п. В то же время можно воспользоваться no-code технологией разработки.

К плюсам GameMaker можно отнести:

- кроссплатформенность;
- отсутствие необходимости в написании программного кода;
- низкий порог вхождения;
- достаточное количество обучающих ресурсов;
- немалое сообщество разработчиков.

К минусам GameMaker можно отнести:

- отсутствие полноценной поддержки 3D;
- уступающее конкурентам качество графики;
- ориентация на небольшие инди-проекты, что делает крайне затруднительным разработку больших игр.

GameMaker – устоявшийся движок, на котором были разработаны многие популярные игры: Undertale, Hotline Miami, Risk of Rain, Katana ZERO, Faith и др. Данный движок также доступен к беспрепятственному использованию российскими разработчиками.

Godot – кроссплатформенный движок для разработки 2D и 3D игр с открытым исходным кодом, нацеленный на новичков. Этот движок был выпущен в 2014 г. и с тех пор обзавёлся внушительным сообществом активных разработчиков, создающих на нём игры и обучающие ресурсы.

Основным языком программирования в Godot является GDScript, отдалённо напоминающий Python по синтаксису, но допускается также применение C, C++ и C# и визуальной no-code технологии программирования.

К плюсам Godot можно отнести:

- кроссплатформенность;
- низкий объём движка и конечных файлов;
- низкий порог вхождения;
- активное сообщество разработчиков;
- абсолютно бесплатен.

К минусам Godot можно отнести:

- не такой большой набор инструментов, как у конкурентов;
- низкая производительность при большом числе объектов;
- ограниченный инструментарий работы с 3D;
- достаточно малое количество обучающих материалов;
- малое число нашедших проектов.

В связи с тем, что Godot используется, по большей части, именно начинающими разработчиками, на нём не было разработано ни одного крупного хита, хотя относительную популярность возымели такие игры, как Cruelty Squad, Brotato и Dome Keeper. Движок доступен к использованию российскими разработчиками.

Construct 3 – игровой движок для создания 2D игр, основанный на HTML5, вышедший в 2017 году. Отличительной особенностью данного продукта является возможность создания игр прямо в браузере без необходимости что-либо устанавливать.

Данный движок ориентирован в первую очередь на людей, не имеющих навыков программирования, поэтому основной упор делается именно на no-code инструменты разработки, однако в движке также имеется поддержка языка JavaScript.

К плюсам Construct можно отнести:

- кроссплатформенность;
- низкий порог вхождения, почти не требует знаний программирования;
- простой в устройстве;
- немалое сообщество разработчиков;
- достаточное число учебных материалов.

К минусам Construct можно отнести:

- относительно малый функционал;
- слабая производительность;
- ориентация именно на 2D разработку;
- отсутствие популярных проектов, созданных на движке.

Движок Construct хорошо подходит для начинающих разработчиков, но не для крупных проектов, вследствие чего нельзя привести примеры широко известных видеоигр, написанных на нём. Проекты, разработанные на Construct, не запрещается публиковать российским разработчикам, но движок является платным, и у россиян могут возникнуть проблемы с оплатой подписки в связи с санкциями.

Результаты сравнения могут быть сведены в табл. 1:



Таблица 1.

### Сравнение фреймворков для разработки видеоигр

Критерий	Unity	Unreal Engine	Game-Maker	Godot	Construct
Язык программирования	C#	C++	GML	GD-Script	JavaScript
Поддержка no-code технологий программирования	+	+	+	+	+
Производительность	Средняя	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая
Критерий	Unity	Unreal Engine	Game-Maker	Godot	Construct
Обработка 3D-графики	+	+	С ограничениями	С ограничениями	С ограничениями
Кроссплатформенность	+	+	+	+	+
Порог вхождения	Низкий	Высокий	Низкий	Низкий	Низкий
Сообщество разработчиков	Очень большое	Очень большое	Очень большое	Большое	Большое
Количество обучающих материалов	Большое	Большое	Большое	Небольшое	Среднее
Число нашедших проектов	Большое	Большое	Большое	Небольшое	Крайне малое
Возможность использования в России	+	-	+	+	+/-

#### Заключение

Наиболее популярные движки из представленных (Unity, Unreal Engine) представляют собой сложные наборы инструментов, трудные в освоении, но способные удовлетворить многие запросы опытных команд. В связи с этим новичкам стоит обратить внимание на более простые движки, в частности, GameMaker или Godot, позволяющие освоить предмет разработки видеоигр, не нагружая таких программистов излишним для них функционалом. В то же время для разработки серьёзных проектов стоит обратиться к Unity или Unreal Engine, обладающих огромным спектром инструментов разработки, причём россиянам стоит остановиться именно на Unity, т.к. легальная публикация игр на UE от российских разработчиков в настоящий момент не представляется возможной.

#### Список литературы

[1] *Грегори Дж.* Game Engine Architecture. 2-е изд. – 2014, CRC Press – 1052 с. – ISBN 978-1466560017.

[2] *What are games built with and what technologies do they use?* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://steamdb.info/tech/> (дата обращения: 10.03.2023)

[3] *Похоже, российским разработчикам запретили выпускать игры на движке Unreal Engine.* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ixbt.games/news/2022/04/14/pохоze-rossiiskim-razrabotcikam-zapretili-vypuskat-igry-na-dvizke-unreal-engine.html> (дата обращения: 11.03.2023)

**Иванов Алексей Сергеевич** – студент ИУК4-21Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [ivanovas@student.bmstu.ru](mailto:ivanovas@student.bmstu.ru)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОСТРАНИЧНЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

*Одностраничные веб-приложения с каждым годом набирают популярность, заменяя классические многостраничные веб-приложения. Но в отличие от многостраничных веб-приложений, у которых для каждой страницы отдельная объектная модель документа, одностраничные веб-приложения работают с одной объектной моделью документа, в которой загружен весь код приложения, а изменения отображаемых данных осуществляются с помощью обновления всей модели. Обновление объектной модели документа затратно с точки зрения производительности, и частые обновления этой модели могут привести к снижению производительности всего приложения. В случае одностраничных веб-приложений, когда любое изменение отображаемых данных приводит к обновлению всей объектной модели документа, проблема снижения производительности становится наиболее острой. В статье рассматриваются варианты решения этой проблемы, изучаются концепции этих решений, на основе которых предлагаются варианты, что следует использовать для оптимизации производительности одностраничных веб-приложений.*

**Ключевые слова:** одностраничные веб-приложения, AJAX, объектная модель документа, отрисовка, виртуальный DOM, React, инкрементный DOM, Angular, оптимизация производительности.

Аббревиатура “SPA” расшифровывается как “Single Page Application”, что в переводе с английского языка означает «одностраничное приложение». Его особенность заключается в том, что оно использует единственный документ “HTML” в качестве оболочки для всех web-страниц, а взаимодействие с пользователем организует через динамически подгружаемый JS-, HTML- и CSS-код обычно посредством AJAX (Asynchronous Javascript and XML — «асинхронный JavaScript и XML»). Вышеперечисленное обеспечивает быструю загрузку сайта и исключает дополнительные перезагрузки [1].

Как работают обычные сайты: когда пользователь кликает по ссылкам, направляется запрос на сервер, тот в ответ присылает страницы и их показывает браузер. Каждый раз при переходе между страницами весь код сайта загружается полностью с нуля: шапка (header), контент (content), подвал (footer).

SPA работает иначе: когда сайт впервые открывается, браузер загружает весь код веб-приложения. А если пользователь кликнет на ссылку, чтобы перейти к другой странице, то в браузер подгружается только новый контент и вся страница полностью не перезагружается.

Поскольку загрузка кода происходит один раз, обмен данными с сервером получается экономичным с точки зрения трафика. Часть данных можно кэшировать — тогда загрузка будет ещё быстрее.

Исходя из вышеперечисленного, SPA следует применять в случае, если стоит задача реализовать быстроедействующее веб-приложение с единым навигационным меню, которое не изменяется от отображаемого контента.

Важно учитывать, что браузер не работает с HTML–страницей напрямую как с текстом, а строит для этого объектную модель документа (Document Object Model, DOM), пример которой представлен на рис. 1. DOM — это представление пользовательского интерфейса (user interface, UI) в приложении. При каждом изменении UI, DOM также обновляется для отображения этих изменений. Частые манипуляции с DOM негативно влияют на производительность. В случае одностраничных приложений, когда страница не перезагружается, а изменяется отображаемый контент, проблема частого обновления DOM становится наиболее острой.

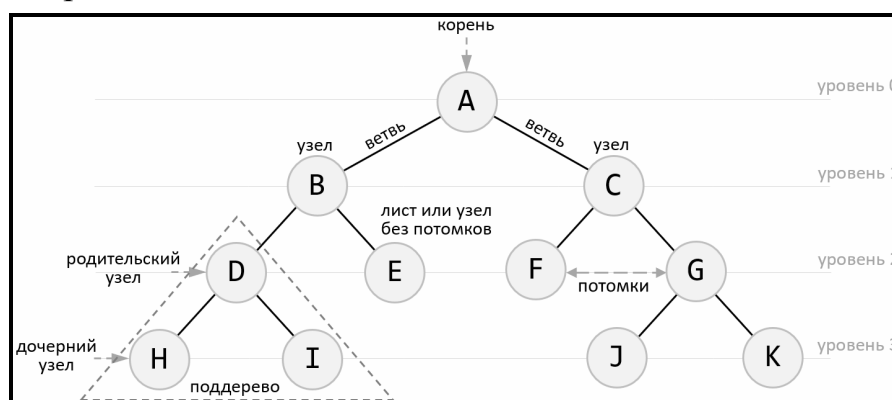


Рис. 1. Объектная модель документа

DOM представляет собой древовидную структуру данных. Поэтому изменения и обновления самого DOM являются достаточно быстрыми. Но после изменения обновленный элемент и все его потомки (дочерние элементы) должны быть повторно отрисованы (отрендерены) для обновления UI приложения. Повторный рендеринг — очень медленный процесс. Таким образом, чем больше у нас компонентов UI, тем более дорогими с точки зрения производительности являются обновления DOM [2].

Манипуляции с DOM намного медленнее большинства многих JavaScript операций и многие JavaScript фреймворки обновляют DOM чаще, чем необходимо. Например, существует список из 10 элементов. При изменении одного элемента будет перестроен весь список, несмотря на то что 9 элементов остались прежними. Перестроение списка — это легкая задача для браузера, но современные веб-сайты могут осуществлять огромное количество манипуляций с DOM. Поэтому неэффективное обновление часто становится серьезной проблемой.

Решение проблемы избыточной переотрисовки объектной модели документа осуществляется с помощью различных библиотек и фреймворков. Самыми популярными решениями являются React и Angular в основе которых заложен один из нескольких подходов оптимизации обновлений DOM. React для оптимизации использует виртуальный DOM, а Angular — инкрементальный.

Основная концепция виртуального DOM (далее – VDOM) заключается в том, чтобы сохранить виртуальное представление пользовательского интерфейса в памяти и синхронизировать его с реальным DOM (далее – RDOM) с помощью процесса согласования. Этот процесс состоит из 3 основных этапов:

1. Рендеринг всего пользовательского интерфейса в VDOM при изменении пользовательского интерфейса;
2. Вычисление разницы между предыдущим и текущим представлениями VDOM;
3. Обновление RDOM с изменениями.

В React для каждого объекта RDOM существует соответствующий виртуальный объект VDOM. VDOM — это объектное представление RDOM, его легковесная копия, которая хранится в памяти и синхронизируется с RDOM [3]. VDOM содержит те же свойства, что и RDOM, но не может напрямую влиять на то, что отображается на экране.

Каждый компонент создаёт новое VDOM-дерево всякий раз, когда он рендерится. React сравнивает новое дерево с предыдущим, после чего вносит набор изменений в DOM браузера, чтобы привести его в соответствие с новым VDOM-деревом (см. рис. 2).

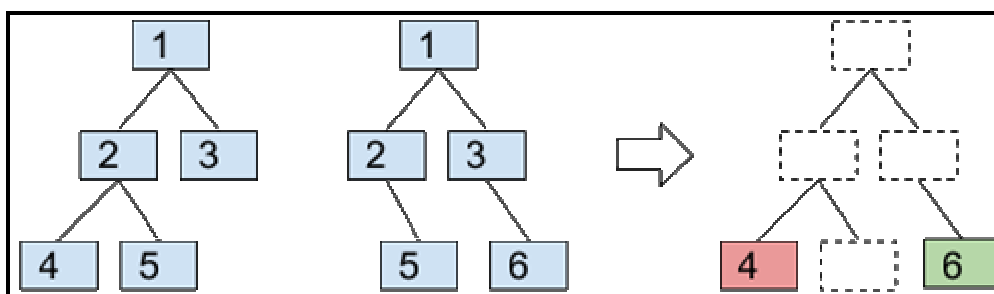


Рис. 2. VDOM-дерево

VDOM хранит каноническое представление DOM в памяти. Это позволяет очень быстро обновлять это представление, а значит можно намного быстрее выполнить повторный рендеринг.

Инкрементный DOM (далее – IDOM) предлагает более простой подход, чем виртуальный DOM, поскольку использует реальный DOM для обнаружения изменений кода. Таким образом, в памяти не будет никакого виртуального представления RDOM для вычисления разницы, а RDOM будет использоваться для сравнения с новыми деревьями.

Основная идея IDOM состоит в том, чтобы скомпилировать каждый компонент в набор инструкций. Затем эти инструкции используются для создания дерева DOM и внесения в него изменений.

При использовании IDOM Angular не интерпретирует компонент, вместо этого компонент ссылается на инструкции. Если какая-либо инструкция осталась нетронутой, то она не будет использоваться в будущем (см. рис. 3) [4]. Поскольку данная информация известна во время компиляции, можно исключить неиспользуемые инструкции из набора.

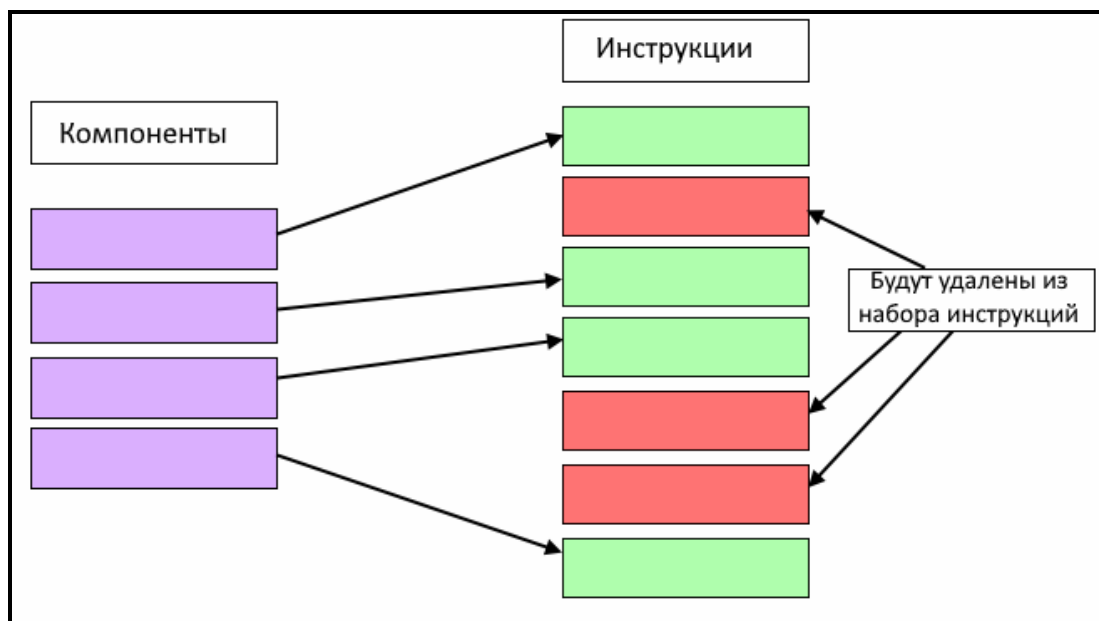


Рис. 3. Оптимизация кода в Angular

IDOM хранит каноническое представление DOM в самом себе. Это означает, что в процессе не используется дополнительная память, что имеет значение для устройств с ограниченным объемом памяти.

Исходя из концепций виртуального и инкрементного DOM, для оптимизации производительности одностраничных веб-приложений, следует использовать:

1. React и VDOM – в случае, если необходима максимальная производительность, которая достигается за счет использования дополнительной памяти;
2. Angular и IDOM – в случае, когда объем доступной памяти ограничен и стоит задача добиться неплохой производительности.

### Список литературы

[1]. Потовиченко, М. А. Разработка клиентской части одностраничного web-приложения с использованием библиотеки React / М. А. Потовиченко, Ю. Ю. Шатилов // Научное обозрение. Технические науки. – 2020. – № 1. – С. 39-43. – EDN FNJEIX.

[2]. Довженко, М. И. Анализ способов реализации алгоритма отслеживания изменений в одностраничных веб-приложениях / М. И. Довженко, И. Б. Готская // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО : XLVII научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО по тематикам: экономика; менеджмент, инноватика, Санкт-Петербург, 30 января – 02 2018 года. Том 7. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – С. 123-126. – EDN YXNFSH.

[3]. Бондаренко, С. О. Современные интерактивные веб-приложения - построение пользовательского интерфейса с React / С. О. Бондаренко // . – 2018. – Т. 2, № 5(41). – С. 46-48. – EDN UPBKIF.

[4]. Газизуллин, Н. И. Разработка клиентской части веб-приложения с использованием технологий SPA / Н. И. Газизуллин, И. Е. Плещинская // StudNet. – 2020. – Т. 3, № 8. – С. 104-110. – EDN KYUIWA.

**Демин Сергей Сергеевич** – студент ИУК5-81Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mrserega1075@yandex.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – заведующий кафедрой ИУК5 «Системы обработки информации», заместитель директора КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по научно-исследовательской работе, кандидат физико-математических наук, доцент, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ver-shinin@bmstu.ru

## ОБЗОР ПРОБЛЕМ ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

*Нейронные сети являются мощным инструментом для разработки игр. Они позволяют создавать уникальные игровые сценарии, улучшать качество графики и поведения искусственного интеллекта. Однако, использование нейронных сетей также сопряжено с рядом проблем, которые могут существенно влиять на производительность, точность и качество игрового процесса. В данной работе будут рассмотрены основные проблемы, возникающие при использовании нейронных сетей в игровых приложениях, а также предложены рекомендации для их решения.*

**Ключевые слова:** *нейросети, проблемы нейронных сетей, игры, видеоигры, преимущества, недостатки.*

**Преимущества и недостатки.** Нейронные сети могут быть использованы для различных задач, таких как управление искусственным интеллектом персонажей, создание графических эффектов, обработка голосовых команд и многих других. Однако, применение нейронных сетей может быть непредсказуемым и требовать большого объема вычислительных ресурсов.

Для того чтобы понять, какие проблемы могут возникать при использовании нейронных сетей в игровых приложениях, необходимо рассмотреть их преимущества и недостатки. Преимуществами использования нейронных сетей являются:

- способность обрабатывать большие объемы данных;
- возможность обучения на неструктурированных данных;
- способность к распознаванию образов и шаблонов;
- возможность обучения с подкреплением;
- способность к адаптации к новым условиям.

Однако, вместе с этим, применение нейронных сетей также сопряжено с недостатками, которые могут оказать негативное влияние на качество и производительность игрового процесса. Некоторые из этих недостатков включают:

- высокую стоимость обучения и разработки;
- ограниченную точность результатов;
- сложности в настройке и обучении нейронных сетей;
- ограничения в объеме и качестве данных для обучения;
- ограничения в вычислительных ресурсах;
- проблемы с интерпретируемостью и объяснимостью результатов.

**Проблемы, возникающие при использовании нейронных сетей в игровых приложениях и их решение.** 1. Проблема недостаточной производительности является одной из основных проблем, с которыми сталкиваются разработчики игр при использовании нейронных сетей. Нейронные сети требуют



значительных вычислительных ресурсов, которые могут быть ограничены в игровых системах, особенно на мобильных устройствах.

При использовании нейронных сетей, производительность может быть ограничена следующими факторами:

- объемом данных для обработки;
- сложностью нейронной сети;
- частотой обновления данных;
- способом обработки данных.

Большой объем данных, которые необходимо обработать, может привести к снижению производительности из-за нехватки вычислительных ресурсов. Сложность нейронной сети также может сильно влиять на производительность. Более сложные нейронные сети могут потреблять больше ресурсов, что может привести к снижению скорости обработки данных и, как следствие, к задержкам в игровом процессе.

Частота обновления данных также может оказывать влияние на производительность. Если данные обновляются слишком часто, это может привести к перегрузке системы и снижению производительности. С другой стороны, если данные обновляются слишком редко, это может привести к неадекватным результатам.

Способ обработки данных также может влиять на производительность. Некоторые методы обработки данных, такие как многопоточность или распределенные вычисления, могут увеличить производительность. Однако, если эти методы не оптимизированы, они могут вызвать сбои в работе системы и привести к снижению производительности.

Для решения проблемы недостаточной производительности, необходимо провести оптимизацию нейронной сети и использовать оптимизированные алгоритмы обработки данных. Также можно использовать техники компрессии нейронных сетей и вычисления на графических процессорах (GPU), которые могут значительно ускорить процесс обработки данных.

2. Проблема недостаточной точности, качества и разнообразия. Одной из причин недостаточной точности может быть нехватка данных для обучения нейронной сети. Если недостаточно данных для обучения, то нейронная сеть может не обладать достаточной информацией для принятия точных решений. К тому же, сбор данных может быть дорогостоящим и занимать много времени. Так же стоит обратить внимание на разнообразие данных, так как недостаток разнообразия может привести к переобучению и недостаточной эффективности работы нейронной сети.

Кроме того, некоторые алгоритмы могут быть недостаточно точными для определенных задач. Например, некоторые алгоритмы обработки изображений могут не учитывать определенные аспекты, которые могут быть важными для разработки игры.

Также стоит учитывать, что нейронные сети являются частью сложной системы, и даже небольшие изменения в конфигурации или входных данных могут привести к существенным изменениям в результатах.

Для решения проблемы недостаточной точности необходимо проводить тщательный анализ данных и оптимизировать алгоритмы обработки данных для достижения наилучшей точности и разнообразия. Также можно использовать различные техники, такие как ансамблирование или использование большего количества данных, чтобы повысить точность нейронной сети. Использование аугментации данных позволит увеличить объем данных для обучения. Важно также проводить тестирование и валидацию нейронной сети на различных наборах данных для обеспечения ее надежности, точности и стабильности.

3. Сложности в обучении и настройке нейронных сетей. Одной из причин сложности может быть выбор наиболее подходящей архитектуры нейронной сети. Существует множество различных архитектур, и выбор наиболее подходящей может быть трудной задачей. Кроме того, определение оптимальных параметров для обучения нейронной сети, таких как скорость обучения или количество эпох, также может быть сложным.

Другой причиной сложности может быть наличие переобучения. Нейронная сеть может быть слишком хорошо обучена на определенном наборе данных и не справляться с новыми данными. Это может привести к нестабильности работы и некорректным результатам.

Для решения проблемы сложности в обучении и настройке нейронных сетей необходимо тщательно подбирать архитектуру нейронной сети и оптимизировать параметры обучения. Кроме того, можно использовать техники, такие как регуляризация, чтобы предотвратить переобучение. Важно также проводить тестирование и валидацию нейронной сети на различных наборах данных для обеспечения ее надежности и стабильности.

4. Обучение нейронных сетей требует значительных вычислительных ресурсов как центрального процессора, так и графического.

Нехватка вычислительных ресурсов может препятствовать возможности полноценно использовать нейронные сети в игровых приложениях. Например, разработчики могут столкнуться с ограничением в количестве нейронных сетей, которые они могут использовать в игре, или с ограничением в количестве игровых событий, которые могут обрабатываться нейронными сетями в режиме реального времени.

Чтобы решить проблему нехватки вычислительных ресурсов, можно использовать оптимизационные методы для уменьшения объема вычислений, например, использовать более эффективные алгоритмы обучения или уменьшить количество слоев в нейронной сети. Также можно использовать параллельные вычисления, например, распределение обучения нейронной сети между несколькими компьютерами. Важно также заранее планировать использование вычислительных ресурсов, чтобы избежать неэффективного использования вычислительной мощности и оптимизировать производительность нейронных сетей в игровом приложении.

Нейронные сети могут обеспечивать высокую точность в предсказании результатов, но они не всегда дают понимание того, как они пришли к этим результатам.

В контексте разработки игровых приложений это может быть особенно проблематично, поскольку недостаток объяснений может привести к тому, что игроки не будут понимать, почему определенные события происходят в игре. Это может привести к тому, что игроки будут чувствовать, что игра не справляется со своей работой или что некоторые события в игре происходят случайным образом.

Чтобы решить эту проблему, разработчики могут использовать методы, которые позволяют интерпретировать и объяснять результаты нейронных сетей. Например, они могут использовать методы визуализации для представления, как нейронная сеть обрабатывает данные, или они могут использовать методы, которые разбивают входные данные на более простые составляющие, чтобы понять, какие функции влияют на результаты.

Важно также понимать, что интерпретируемость и объяснимость результатов зависят от выбранной архитектуры и настройки нейронной сети. Поэтому разработчики должны тщательно выбирать архитектуру и настройки нейронной сети, которые максимально обеспечивают интерпретируемость и объяснимость результатов в контексте игры.

**Примеры успешного использования нейронных сетей в играх.** Были созданы множество игр, где использовались нейронные сети. Некоторые из наиболее известных примеров успешного использования нейронных сетей в играх:

- "Half-Life: Alyx": Нейронные сети были использованы для улучшения графики и освещения в этой виртуальной реальности.
- "Minecraft": Нейронные сети использовались для улучшения графики игры, создания более реалистичных и детализированных текстур и персонажей.
- "No Man's Sky": В игре использовались нейронные сети для генерации процедурных миров, включая ландшафты, существ и растительность.
- "Forza Motorsport 7": Нейронные сети использовались для создания более реалистичных моделей поведения автомобилей и для улучшения физики и графики в игре.
- "The Last of Us Part II": В этой игре нейронные сети использовались для улучшения искусственного интеллекта врагов и союзников, что позволило создать более интенсивный и реалистичный игровой опыт.

Эти примеры демонстрируют, что нейронные сети могут быть успешно использованы в игровой индустрии для улучшения графики, физики и поведения искусственного интеллекта в игровых приложениях.

## **Заключение**

Таким образом, можно сделать вывод, что нейронные сети имеют большой потенциал для использования в игровых приложениях, но существует несколько проблем, которые нужно учитывать. В данной статье были изучены преимущества и недостатки использования нейронных сетей, на основе чего были выявлены и разобраны следующие проблемы: ограничение производительности и точности, сложности в обучении и настройке нейронных сетей, ограниченный

объем и качество данных для обучения, ограниченные вычислительные ресурсы, а также проблемы с интерпретируемостью и объяснимостью результатов. Для каждой проблемы были предложены рекомендации по их решению.

Учитывая известные примеры игр, использующих нейронные сети, можно сделать вывод, что будущее нейронных сетей в игровой индустрии выглядит многообещающим, и их использование будет продолжаться для создания еще более увлекательных и реалистичных игровых миров.

### **Список литературы**

[1] Козыренко, И. С. Нейросети в компьютерных играх / И. С. Козыренко, А. И. Попова // Ресурсам области - эффективное использование : Сборник материалов XX Ежегодной научной конференции студентов Технологического университета, Москва, 30 июня 2020 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Научный консультант", 2020. – С. 51-58. – EDN HXLNML.

[2] Онофрюк, Т. И. Нейросети: практика, перспективы и проблемы применения / Т. И. Онофрюк // Молодёжь третьего тысячелетия: сборник научных статей, Омск, 01–26 апреля 2019 года. – Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2019. – С. 1322-1326. – EDN ХКРИТЕ.

[3] Плотников, Я. М. Эффективность применения нейронных сетей в тестировании игр / Я. М. Плотников, Д. В. Новиков // Программная инженерия: современные тенденции развития и применения (пи-2020) : сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-летию создания кафедры программной инженерии, Курск, 12–13 марта 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 250-255. – EDN RDMAEF.

**Ивакин Андрей Геннадьевич** – студент ИУК5-81Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: ivakin.0001@mail.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – заведующий кафедрой ИУК5 «Системы обработки информации», заместитель директора КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по научно-исследовательской работе, кандидат физико-математических наук, доцент, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ver-shinin@bmstu.ru

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИГРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

*Статья “Компьютерные игры и индустрия компьютерных игр как элемент информационной безопасности общества” предназначена для ознакомления с проблемой информационного загрязнения общества, а также рассмотрения индустрии компьютерных игр как один из вариантов ее потенциального решения.*

**Ключевые слова:** *информационная безопасность, информационное общество, игровая индустрия, игры, современное направление.*

Информационная безопасность и информационное развитие общества напрямую зависят от информационного пространства, в котором это общество находится. Информационное пространство, в свою очередь, зависит от деятельности в нем отдельных людей, групп, организаций и государств, а также объема потока информации, проходящего через пространство. При быстром и изменчивом информационном потоке (особенно в городах) обществу становится трудно усваивать новую и/или полезную информацию и передавать ее подрастающему поколению – происходит так называемое загрязнение информационного пространства, и информационное перенасыщение общества.

В связи с тем, что доля урбанизации в современных развитых обществах очень велика (Россия 73,7%, США 81%, Франция 85%), то и проблема информационного загрязнения все чаще появляется на повестке дня многих форумов и конференций [1, 2]. Перенасыщение происходит по причине того, что органы чувств человека в городской среде не имеют времени или пропускной способности, чтобы обработать все внешние сигналы об объектах или информации. Это приводит к упрощению поведения людей в городах, созданию рутинности – однообразности жизни общества.

Американский психолог Джордж Армитаж Миллер, член академии наук США. Изучал особенности поведения людей в обществе городской среды полагал, что люди стали использовать адаптационную стратегию против информационного загрязнения окружающего их пространства: игнорируя информацию, по их мнению, считающейся неважной.

Из этого процесса можно выделить особенности:

- Общество начинает формировать естественную защиту против информационного загрязнения.
- Из-за незавершенности формирования этой защиты большие объемы информации проходят мимо человека, а процесс передачи полезной информации в обществе замедляется.

Эти две особенности ставят вопрос: как обеспечить усвояемость информации в обществе при этом защитив людей в информационно перенасыщенном

пространстве? Именно здесь компьютерные игры, игровая индустрия и игровое сообщество могут сыграть положительную роль.

Основанная в 2002 году компания CD Project Red имела всего 10 польских сотрудников. Благодаря качественному производству игр, отличному маркетингу, а также обращению внимания на жалобы и предложения фанатов, компания увеличилась до 550 профессиональных разработчиков со всего мира, имеет доверие фанатов, а также является разработчиком одной из самых ожидаемых игр в игровом сообществе.

Безусловно, требуется связать компьютерную индустрию и игровое сообщество с информационной безопасностью общества. В связи с тем, что общество начало формировать естественную защиту от информационного шума, производители начали работать над способами преодолеть ее, чтобы продать свой товар потребителю. Можно заметить, как реклама в течение последних 20 лет становится агрессивней, ярче, громче, все более проникающей. Используются определенные слова или словосочетания, знаменитости в ролике, яркая музыка.

Компании в индустрии компьютерных игр ничем не отличаются от своих коллег, а во многом даже опережают их. При высокой конкуренции и большой себестоимости требуется серьезно вкладываться в рекламу продукта. Так при производстве самой дорогой игры в мире – Destiny, компания Activision потратила 500 млн. \$, из которых только 140 млн. \$ были потрачены на само производство игры. Остальные средства были вложены в маркетинг и продвижение.

При этом яркая и активная рекламная компания еще не залог успешных продаж. Игра должна уметь зацепить игроков, выделиться из многих других игр того же жанра. Поэтому разработчики прикладывают большие усилия, чтобы заполнить просто яркую картинку содержанием. Внутриигровые реалистичные ролики, проработанная физика, сложные сюжетные линии, эмоциональная вовлеченность игроков, слом четвертой стены (между игровыми моделями и игроками), оркестры для записей минутных фоновых саундтреков – это лишь небольшая толика того, как разработчики наполняют простые наборы знаков смыслом, сутью, вдыхают в них жизнь.

Все вышеперечисленное показывает сложный процесс завлечения игрового сообщества, серьезные усилия компаний для демонстрации уникальности своего продукта, отличия его от остальных. Безусловно, все это бесполезно и даже вредно для информационной безопасности общества, если игры имеют только развлекательный характер.

Однако, игры — это не только хорошо поставленные сюжеты или яркие фильмы. В зависимости от своего жанра или своей составляющей они могут нести полезную информацию. Вот несколько примеров:

- Жанр RTS – Real Time Strategy – может нести серьезную информационную составляющую. Так компания Paradox Interactive производит серию стратегий, посвященных истории Земли от древнего Рима до Второй Мировой Войны. В этих играх содержится много событий, дат, персонажей, видов оружия, географических названий и границ разных эпох, по которым можно успешно получать информацию об истории, географии.

• Жанр RPG – Role Playing Game – учит отыгрывать определенную роль, принимать решения, нести ответственность за последствия.

• Определенные виды игр ставят острые вопросы на острые или актуальные тематики современного общества. Detroit: Become Human – о взаимоотношениях человека и искусственного интеллекта. Life is Strange и Fahrenheit – о взаимоотношениях между людьми и сложности правильного выбора. Многопользовательские онлайн игры – о важности сотрудничества между разными людьми.

Современная игровая индустрия содержит очень много примеров, где игры содержат полезную информацию внутри себя. Главное отличие компьютерных игр от любого другого источника информации состоит в их яркости, запоминаемости. Вместе с играми также четко может запоминаться и информация, а игровой процесс помогает быстро и комфортно усваивать ее [3].

Таким образом, можно утверждать, что современные компьютерные игры могут содержать полезную информацию для информационной защиты общества. При правильной интеграции методов компьютерной индустрии в науку и образование можно получить правильное усвоение полезной информации обществом, что, как было упомянуто выше, крайне важно в условиях перегруженной информационной среды.

### **Список литературы**

[1]. <https://rg.ru/2011/03/27/perepis-rosstat-site.html> - данные переписи населения Росстат.

[2]. Каптерев А.И. Профессиональное знание как объект управления: мультидисциплинарный подход: Монография. – Verlag. -Saarbrücken.- Deutschland. – 2012. – 442 с.

[3]. Gudkova, I.A., Romashkova, O. N., Samoylov, V.E. Determination of the range of the guaranteed radio communication in wireless telecommunication networks of IEEE 802.11 standard with the use of ping program

**Новгородский Степан Дмитриевич** – студент ИУК5-81Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: s.nowgorodsky@yandex.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – заведующий кафедрой ИУК5 «Системы обработки информации», заместитель директора КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по научно-исследовательской работе, кандидат физико-математических наук, доцент, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ver-shinin@bmstu.ru

## ВЫБОР МЕТОДОВ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРОВ

Проблема автоматического распознавания текстовой информации является актуальной задачей. Одной из таких задач является распознавания автомобильных номеров.

На сегодняшний день существует большое количество различных подходов к распознаванию автомобильных номеров. Классический алгоритм распознавания регистрационного знака в упрощенной форме можно представить в виде трех блоков, разделяющих задачу распознавания регистрационного знака на функциональные модули.

На рисунке 1 представлена схема работы алгоритма распознавания регистрационного знака.



Рис 1. Алгоритм распознавания регистрационного знака по изображению

Предварительный поиск номера – обнаружение области, в которой содержится номер.

Нормализация номера – определение точных границ номера, нормализация контраста.

Распознавание текста – чтение всего, что нашлось в нормализованном изображении.

При достаточном освещении и нужном ракурсе номерной пластины алгоритм распознавания регистрационного знака работает без проблем. Но в реальной жизни возникают проблемы уже на этапе предварительного поиска номера из-за недостаточного освещения, ракурса или загрязненного номера.

Самым очевидным способом выделения номерной пластины является поиск прямоугольного контура. Данный способ реализует фильтрацию изображения для обнаружения границ, выделяют все найденные контуры, после чего производит их анализ[1].

Данный подход может дать удовлетворительные результаты только при высоком разрешении изображения и ровной границы контуров.

В реальных условиях хорошо себя показывают алгоритмы, которые используют обученный каскад Хаара. Он отлично справляется с задачей анализа области характерной для автомобильных номеров. Тестирование каскада Хаара на базе номеров, собранных зимой в центре Москвы, показало 90% правильных обнаружений номеров и 2-3% ложного захвата[2]. Поиск прямоугольного кон-



тура не способен показать подобный процент верных обнаружений по изображениям, при подобных условиях.

Основными преимуществами каскада Хаара является его скорость работы и возможность обрабатывать потоковые видео.

Одним из алгоритмов используемых каскад Хаара является Метод интегрального представления изображения по признакам Хаара (Метод Виолы-Джонса)

На сегодняшний день метод Виолы–Джонса является одним из самых востребованных методов, реализующих поиск объекта на изображении благодаря его высокой скорости и эффективности. В основе метода Виолы – Джонса лежат: интегральное представление изображения по признакам Хаара, построение классификатора на основе алгоритма адаптивного бустинга и способ комбинирования классификаторов в каскадную структуру. Эти идеи позволяют осуществлять поиск объекта в режиме реального времени [2].

Метод Виолы-Джонса использует на этапе обнаружения объекта окно определенного размера, перемещающееся по изображению. Для каждой области изображения, над которой прошло окно, рассчитывается признак Хаара, используемый для поиска нужного объекта. Работа метода Виолы-Джонса с применением каскада Хаара представлена на рисунке 2.

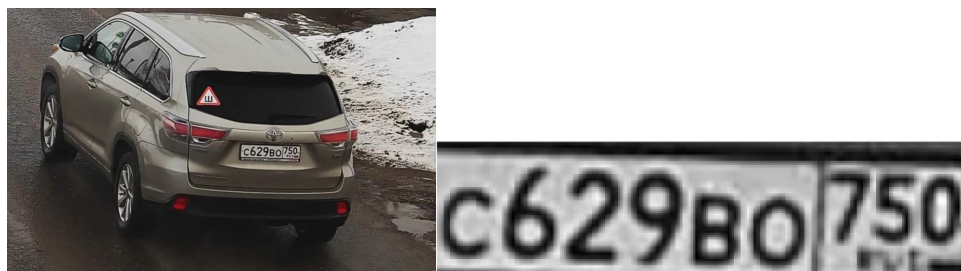


Рис 2. Результат работы метода Виолы-Джонса

Признак Хаара вычисляется по смежным прямоугольным областям. В стандартном методе Виолы–Джонса используются примитивы прямоугольной формы, изображенные на рисунке 3.

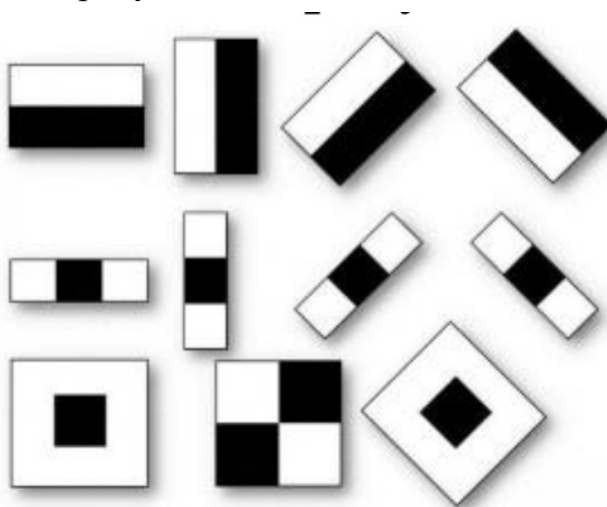


Рис 3. Примитивы Хаара

Признак Хаара вычисляется по следующей формуле:

$$F=X-Y$$

где:  $X$  – суммарная яркость точек, закрытых светлой частью примитива,  $Y$  – суммарная яркость точек, закрытых темной частью.

После нормализации номерной пластины нужно распознать символы на ней. Для этого используется Алгоритм распознавания текста с изображения или же оптическое распознавание символов (англ. optical character recognition, OCR) – это технология для автоматизации извлечения данных из печатного, письменного текста, отсканированного документа, файла изображения с целью последующего преобразования текста в машиночитаемую форму.

OCR состоит из следующих шагов:

- предобработка;
- сегментация;
- выделение признаков;
- распознавание символов или классификация;
- постобработка и исправления ошибок распознавания.

Все эти шаги выполняются последовательно и представлены на рисунке 4.

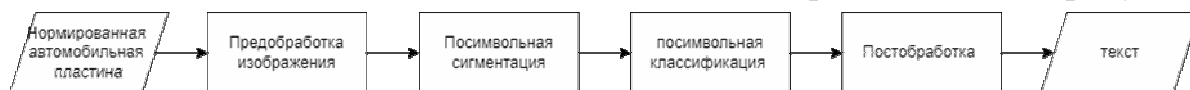


Рис 4. Последовательность работы алгоритма распознавания текста

Шаг предобработки включает в себя обработку и выделение необходимой информации. На этом этапе происходит очистка от шумов для выделения символов на фоне. Лучше всего с этим справляется бинаризация изображения, при которой точно выделяется текст и убирается фон.

Следующим шагом нужно провести сегментацию изображения и выделить полезную информацию из изображения с последующей ее обработкой.

Алгоритм сегментации. Сегментация изображения [3] – это выделение полезной информации из изображения, с последующей ее обработкой. Сегментация в области распознавания текста состоит из нескольких этапов:

- сегментация строк – выделить на изображении линиями фрагменты слов;
- сегментация слов – выделение слов, выделяем отдельные фрагменты изображений, где присутствуют слова;
- сегментация символов – разделяется распознанное изображение слова на символы.

Классификация позволяет распознать символ из изображения и перевести его в машиночитаемый формат. Существуют разные виды алгоритмов распознавания, самыми популярными являются:

- шаблонные алгоритмы;
- признаковые алгоритмы;
- нейросетевые алгоритмы.

Шаблонные алгоритмы. Суть метода заключается в том, что идет сравнение каждого символа с шаблонами из базы. Наиболее подходящим шаблоном считается тот, у которого будет наименьшее количество точек, отличных от ис-

следуемого изображения. Шаблоны для каждого символа обычно получаются усреднением изображений символов обучающей выборки. У данного алгоритма высокая точность распознавания текста, а недостатком является то, что нельзя распознать другой шрифт, который отличается от заложенного в систему. Данный метод должен заранее знать шрифт, который он распознает, именно этот момент ограничивает универсальность шаблонных алгоритмов.

Признаковые алгоритмы. Признаковый метод состоит в том, что изображение представляется как N-мерный вектор признаков. Распознавание заключается в сравнение его с набором эталонных векторов той же размерности. Принятие решение о схожести образа к определенному символу строится на основании математических решений в рамках детерминистического и вероятностного подходов. В системе распознавания данного метода используется классификация, основанная на подсчете евклидова расстояния между вектором признаков распознаваемого символа и векторами признаков эталонного описания. Количество и тип признаков могут определить качество распознавания. Создание вектора происходит во время анализа изображения, такой процесс называют извлечением признаков. Эталонные векторы для символов получают аналогичной обработкой символов обучающей выборки.

Главные достоинства признаковых методов – это простота их реализации, хорошая устойчивость к изменениям формы символов, низкое количество ошибок при распознавании, высокое быстродействие. Самые главные недостатки данного алгоритма – неустойчивость к различным дефектам изображения, например шум, а также на этапе извлечения признаков из символа происходит потеря основной информации, извлечение ведется независимо, из-за чего расположение элементов символа утрачивается.

Нейросетевые алгоритмы. С развитием машинного обучения, а также нейронных сетей, все чаще для распознавания символов используют алгоритмы, построенные с помощью нейронных сетей глубокого обучения. Существует много моделей классификаторов распознавания текста, но всегда в качестве базовых архитектур используются сверточные нейронные сети, а также функционал сохранения и накопления результата распознавания, и рекуррентная сеть для распознавания. Входными данными для нейросетевого метода являются изображения строк и слов. Выходными данными – символы, идущие по порядку, формирующие машинный текст. Модель классификатора представлена на рисунке 5.



Рис 5. Архитектура нейросетевого классификатора

На последнем этапе используется слой СТС, который построен на базе нейронной сети, для решения проблем последовательности, основная его задача в OCR – это сохранение последовательности вводимых символов.

Основные недостатки – текст должен быть в вертикальном положении, сложность подбора обучающей выборки. Основные достоинства – это высокая

скорость и обобщённость. Именно поэтому данный метод сейчас используется в разных современных системах распознавания текста.

Алгоритм постобработки. Во многих системах OCR результат, получаемый после классификации, не считается достаточным. Необходимо использовать контекстную информацию, которая позволяет не только находить ошибки, но и исправлять их. Существуют разные методы осуществления постобработки, например, глобальные и локальные позиционные диаграммы, триграммы, n-граммы, словари и различные сочетания всех этих методов. Самым популярным подходом является словарь.

В данной научной работе рассмотрены два метода нормализации номерной пластины при автоматической системе распознавания номеров. Первый метод требует высокого разрешения изображения. Он заключается в обнаружении прямоугольного контура и производстве фильтрации найденных границ. Вторым - это метод Виолы-Джонса, включающий в себя применение высокоскоростного каскада Хаара и возможность обработки потоковых видео.

Также были рассмотрены три классификации распознавания регистрационных знаков, позволяющих переводить номера в машиночитаемый формат. Первым является шаблонный метод с высокой точностью распознавания, однако он требует шрифт определенного формата. Вторым - Признаковый метод, простой в реализации, но имеющий неустойчивость к дефектам изображения. Третьим методом является Нейросетевой. В нем используются нейросети глубокого обучения, которые позволяют накапливать результат распознаваний и сохранять последовательность вводимых символов, при этом сохраняя высокую скорость.

Таким образом, оптимальными методами для решения проблемы распознавания номеров будут: Метод Виолы-Джонса для нормализации автомобильной пластины, эффективен он из-за его точности и скорости работы, а также классификатор нейросетевого метода, с возможностью работы в реальном времени для распознавания текста с нормализованной пластины.

### **Список литературы**

[1]. Бобров, К. А. Анализ технологий распознавания текста из изображения / К. А. Бобров, В. Д. Шульман, К. П. Власов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 3-2(66). – С. 124-128. – DOI 10.24412/2500-1000-2022-3-2-124-128. – EDN QPCEMR.

[2]. Саверский, В. О. Использование детектора Хаара для распознавания автомобильных номеров / В. О. Саверский // StudNet. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 235-243. – EDN NPPFCF.

[3]. Семенов, М. Е. Выбор модели биологической нейронной сети для сегментации изображения биожидкостной поверхности / М. Е. Семенов, Т. Ю. Заблочкая // Vestnik KRAUNC. Fiziko-Matematicheskie Nauki. – 2019. – Vol. 26, No. 1. – P. 78-93. – DOI 10.26117/2079-6641-2019-26-1-78-93. – EDN GBBQZU.

**Потапенков Никита Сергеевич** – студент ИУК5-81Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: niki.potapenkov@gmail.com

**Вершинин Евгений Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vershinin@bmstu.ru

## РАСПОЗНАВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ НА ВИДЕО В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

*В данной статье рассмотрен алгоритм для распознавания движения на видео в режиме реального времени. Были рассмотрены методы обнаружения движущихся объектов такие как метод вычитания кадра, метод вычитания фона и метод оптического потока. В качестве основы для разработки алгоритма был выбран метод вычитания фона и скрытые марковские модели. Описывается использование методов компьютерного зрения и машинного обучения для улучшения качества распознавания движения.*

**Ключевые слова:** *распознавание, движение, компьютерное, зрение, алгоритм, метод.*

Распознавание видео является основой многих интеллектуальных приложений для анализа видео в области наблюдения, развлечений и безопасности. Однако большая вычислительная сложность остается ключевой проблемой в приложениях реалистичного распознавания видео. Это связано с тем, что распознавание видео основано на видеоданных и требует плотного пространственно-временного моделирования. В компьютерном зрении отслеживание объектов рассматривается как одна из наиболее важных задач.

**Методы обнаружения движущихся объектов.** В настоящее время методами, используемыми при обнаружении движущихся объектов, в основном являются метод вычитания кадра, метод вычитания фона и метод оптического потока.

Метод вычитания кадров заключается в использовании разницы между двумя последовательными изображениями для определения наличия движущихся объектов. Его расчет прост и легок в реализации. Для различных динамических сред он обладает высокой адаптивностью, но, как правило, трудно получить полный контур движущегося объекта, может возникнуть явление пустоты, в результате чего обнаружение движущегося объекта не является точным.

Метод оптического потока заключается в вычислении поля оптического потока изображения и выполнении обработки кластеризации в соответствии с характеристиками распределения оптического потока изображения. Этот метод позволяет получать полную информацию о движении и лучше обнаруживать движущийся объект на заднем плане, однако большой объем вычислений, чувствительность к шуму, плохая защита от помех делают его непригодным для работы в режиме реального времени.

**Метод вычитания фона.** Метод вычитания фона является распространенным методом обнаружения движения. Это технология, которая использует разницу текущего изображения и фонового изображения для обнаружения области движения, и она, как правило, способна предоставлять данные, включающие информацию об объекте. Ключ этого метода заключается в инициализации и

обновлении фонового изображения. Эффективность обоих методов повлияет на точность результатов тестирования.

Существует много способов получить исходное фоновое изображение. Например, используя непосредственно первый кадр в качестве фона, или среднюю яркость пикселей первых нескольких кадров в качестве фона, или используя последовательности фоновых изображений без перспективы перемещения объектов для оценки параметров фоновой модели и так далее. Среди этих методов метод усреднения по времени является наиболее часто используемым методом установления начального фона. Однако этот метод не может справиться с фоновым изображением (особенно областью частого перемещения), которое имеет проблемы с тенью. В то время как метод извлечения медианы из непрерывного мультикадра может решить эту проблему просто и эффективно.

Чтобы фоновая модель могла лучше адаптироваться к изменениям освещенности, фон необходимо обновлять в режиме реального времени, чтобы точно выделить движущийся объект. Алгоритм обновления выглядит следующим образом: при обнаружении движущегося объекта пиксели, которые оцениваются как принадлежащие движущемуся объекту, сохраняют исходные значения серого фона и не обновляются.

Поскольку камера зафиксирована, фоновая модель может оставаться относительно стабильной в течение длительного периода времени. Использование этого метода позволяет эффективно избежать неожиданного явления фона, такого как внезапное появление чего-то на заднем плане, чего нет в исходном фоне. Более того, путем обновления значения серого в пикселях фона можно эффективно адаптировать воздействие света, погоды и других изменений во внешней среде.

В то время как два движущихся объекта приближаются друг к другу, фоновый вычитаемый кадр показывает их как единый объект. Эта ситуация называется окклюзией и создаст проблему при отслеживании двух объектов. В этом подходе предлагается алгоритм для обнаружения окклюзии. Этот подход сообщает номер кадра, в котором произошла окклюзия. При увеличении количества объектов в кадре внезапно отображается ввод новых объектов в кадр или разделение закрытых объектов. Следовательно, если происходит внезапное уменьшение количества объектов, присутствующих в кадре, это указывает на процесс перекрытия двух или более объектов или выхода объектов из кадра во внешнюю область.

**Скрытые марковские модели.** После того как движущийся объект был обнаружен, отделён от фона и классифицирован, необходимо определить метод, с помощью которого будут распознаваться движения.

Обнаружение человеческого тела заключается в идентификации соответствующей части человека из движущейся области. Фундаментальным шагом метода является определение ключевых точек тела. В последнее время исследователи прибегают к моделированию человеческого поведения путем изучения временных структур. Согласно исследованию жестовых движений, экземпляр жеста может быть разложен на следующие жестикулярные фазы:

- 1) Отдыхает;
- 2) Подготовка: руки перемещаются в исходное положение для гребка;
- 3) Удержание перед ударом: короткая пауза в конце подготовки;
- 4) Поглаживание: движение рук, выражающее значение жеста;
- 5) Удержание после удара: короткая пауза в конце удара с сохранением конфигурации и положения рук;
- 6) Отведение: руки возвращаются в исходное положение для завершения жестового блока;
- 7) Отдыхает;

Из приведенных выше определений можно заключить, что три фазы с движениями рук (2, 4, 6), а именно подготовка, поглаживание, отведение, разделены четырьмя фазами “удержания” (1, 3, 5, 7) со статическими позами, отдыхом. Другими словами, временные структуры жеста могут быть получены, как только идентифицированы фазы “удержания”.

Один человеческий жест рассматривается как серия отдельных фаз, каждая из которых связана с сегментом нефиксированной длины. Глобально фиксировать временную эволюцию жестов можно с помощью генеративной модели, которая построена на рекуррентной нейронной сети для запоминания контекстуальная информация для лучшего прогнозирования вероятностей перехода и выбросов.

Скрытые марковские модели (СММ) являются статистическими моделями, которые используются для анализа последовательностей данных, таких как речь, текст, музыка и другие.

Моделирование жестов с помощью скрытых марковских моделей формулируется с помощью следующих определений:

- Задан набор

$$\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{K-1}, \theta_K\} \Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{K-1}, \theta_K\} \Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{K-1}, \theta_K\}$$

$\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_{K-1}, \theta_K\}$ , который содержит  $K$  последовательностей жестов различной длины.

- Любая последовательность жестов  $\theta_K$  может быть обозначена как  $\theta_K = f_{k,1}, f_{k,2}, \dots, f_{k,T_k-1}, f_{k,T_k}$ , где  $f_{k,t}$  - это  $t$ -й кадр (или его функциональное представление)  $\theta_K$ , а  $T_k$  обозначает его длину.

- Для любого  $\theta_K$  из  $\Theta$  его метка  $\delta_c$  удовлетворяет  $\delta_c \in \Delta$ , где  $\Delta$  - набор меток жестов  $C$ , который обозначается как  $\Delta = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{C-1}, \delta_C\}$ .

В частности, учитывая наблюдение последовательностей жестов как  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{T-1}, x_T\}$ , где  $X \in \Theta$ , используем скрытую марковскую модель для вывода последовательности скрытых состояний  $H = \{h_1, h_2, \dots, h_{T-1}, h_T\}$ . Любое состояние  $h_t$  из  $H$  удовлетворяет  $h_t \in \Psi (1 \leq t \leq T)$ , где  $\Psi$  обозначает универсальное множество, которое содержит все возможные скрытые состояния Маркова.

Как правило, выравнивание состояний выполняется на основе гипотезы о том, что жесты завершаются равномерным выполнением  $Z$  определенных



скрытых состояний по порядку, и скрытые состояния из разных классов жестов не перекрываются. Затем, для жестов из класса  $\delta_c$ , учитывая уникальный набор скрытых состояний  $\{\Psi_{c,1}, \Psi_{c,2}, \dots, \Psi_{c,Z-1}, \Psi_{c,Z}\}$ , обобщаем эту концепцию для всех классов жестов и определяем универсальный набор скрытых состояний для всех классов жестов

Таким образом, согласно модель полной вероятности СММ строится с целью найти оптимальную последовательность скрытых состояний, которая могла бы максимизировать совместную вероятность, основанную на заданном наборе наблюдений  $X$ .

**Заключение.** В данной статье были рассмотрены несколько методов обнаружения движущихся объектов. Был также представлен алгоритм, который объединяет в себе методы вычитания фона и скрытые марковские модели. Данный подход позволяет повысить точность обнаружения движущихся объектов на видео в режиме реального времени, особенно в случаях изменения освещения или движения фона.

Таким образом, можно сделать вывод, что использование комбинации различных методов может помочь улучшить результаты распознавания движения на видео в режиме реального времени и повысить эффективность системы обнаружения движущихся объектов.

### Список литературы

[1]. Тёрк, М. Компьютерное зрение. Передовые методы и глубокое обучение / М. Тёрк, Р. Дэвис ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 690 с. — ISBN 978-5-93700-148-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/314900>.

[2]. Ави, П. Вероятностное программирование на практике / П. Ави ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 462 с. — ISBN 978-5-97060-410-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97346>.

[3]. Шапиро, Л. Компьютерное зрение : учебное пособие / Л. Шапиро, Д. Стокман ; под редакцией С. М. Соколова ; перевод с английского А. А. Богуславского. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 763 с. — ISBN 978-5-00101-696-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135496>.

[4]. Ян, Э. С. Программирование компьютерного зрения на языке Python / Э. С. Ян ; перевод с английского А. А. Слинкин. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — ISBN 978-5-97060-200-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93569>.

[5]. Пролубников, А. В. Математические методы распознавания образов : учебное пособие / А. В. Пролубников. — Омск : ОмГУ, 2020. — 110 с. — ISBN 978-5-7779-2461-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142454>

**Савушкина Анастасия Владимировна** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [nastia-sava1999@yandex.ru](mailto:nastia-sava1999@yandex.ru)

**Дерюгина Елена Олеговна** – доцент кафедры "Информационные системы и сети", канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [deryugina\\_eo@bmstu.ru](mailto:deryugina_eo@bmstu.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

*В данной статье рассматриваются этапы автоматического анализа текста на естественном языке с целью формирования формальной семантической модели его содержимого и модели предметной области. Рассматриваются варианты применения различных классов нейронных сетей для решения задачи анализа текста на естественном языке.*

**Ключевые слова:** анализ текста на естественном языке, рекуррентные нейронные сети, свёрточные нейронные сети

**Введение.** Всё большее проникновение компьютерных устройств во все сферы жизни человека порождает необходимость усовершенствования и упрощения взаимодействия между компьютером и человеком. Один из наиболее эффективных и перспективных путей решения данной проблемы – это создание систем взаимодействия на основе естественного человеческого языка. Однако для развития в данном направлении необходимо совершенствование путей решения задачи анализа и обработки текста на естественном языке. Один из таких путей – это применение алгоритмов на основе нейронных сетей для решения этой задачи.

**Этапы смыслового анализа текста.** Понимание текста на естественном языке информационной системой, необходимое для его обработки и анализа, обеспечивается его семантическим анализом. Под естественными языками понимаются языки, используемые людьми для общения. Такой анализ текста подразделяется на несколько этапов. Результаты каждого этапа является входными данными следующего этапа. Эти этапы последовательно: графематический, морфологический, синтаксический, финальный семантический анализ.

Графематический анализ – это начальный этап анализа текста, в ходе которого выделяются элементы грамматической структуры: цепочки символов из исходного текста. Графематический анализ решает следующие задачи:

- 1) разделение текста на слова, разделители и т.д.;
- 2) выделение отдельных предложений;
- 3) распознавание сокращений, фразеологизмов, ФИО, электронных адресов;
- 4) выявление структуры: выделение абзацев, заголовков, примечаний и т.д.;

Входными данными данного этапа является текст на естественном языке. Результатом выполнения этапа является графематическая таблица, содержащая отрывки исходного текста и специальные графематические дескрипторы, характеризующие выделенные отрывки. В случае комплексного анализа текста в первую очередь применяется для разбиения текста на отдельные слова, для последующего морфологического анализа. [1]

Морфологический анализ – этап анализа текста, основными целями которого являются: определение морфологических характеристик и признаков слова, используемых в последующих этапах синтаксического и семантического анализа, и определение его основной словоформы. Базой знаний для этого этапа служат: список морфологических признаков, морфологические словари, обычно представленные в виде префиксных деревьев, справочники взаимосвязи морфем и морфологических признаков и правил, описывающих процесс разбора слов различных частей речи. [2] [3]

Синтаксический анализ – этап, в котором определяются границы простых предложений и синтаксическая зависимость слов в предложении, в первую очередь выделяется процесс и участники процесса. Данный анализ производится на основе правил в несколько этапов: выделение словосочетаний, поиск ролей слов, выделение простых предложений, восстановление слов и связей из контекста. Сложность данного этапа разнится от языка к языку в зависимости от синтаксических правил письма конкретного языка. Задача синтаксического анализа является трудоёмкой: сложность анализа увеличивается экспоненциально при увеличении количества слов и правил. [2] [4]

Семантический анализ – является финальной главной частью анализа текста на естественном языке. Данный этап позволяет сформировать формальное представление смысла исходного текста, построить модель его сюжета. В ходе анализа используются такие лексикографические ресурсы как информационно-поисковые тезаурусы или лингвистические онтологии.

Таким образом, смысловой анализ текста – комплексная трудоёмкая задача, для решения которой целесообразно применить подход, основанный на использовании различных видов нейронных сетей.

**Анализ текста с применением RNN.** Более классическим подходом к решению задач обработки естественного языка является применение рекуррентных нейронных сетей (Recurrent neural network, RNN).

Рекуррентные нейронные сети – это класс нейронных сетей, связь между элементами которой образует направленную последовательность, таким образом данные нейронные сети выполняют одну и ту же задачу для каждого элемента последовательности. Такие нейронные сети имеют подобие памяти, в которой учитываются информация, полученная при выполнении задачи для предыдущего элемента в цепочки данных. Этот тип нейронных сетей эффективен для решения задач, в ходе которых происходит моделирование данных последовательности таких как временные ряды и естественный язык. [5]

Важным преимуществом данного класса нейросетей является его гибкость относительно длинны входящей и результирующей последовательности. Возможность принимать на вход объекты нефиксированного размера является важной для задач обработки естественного языка.

В начале анализа с помощью RNN формируются векторы слов. Данные векторы позволяют выявить совместную встречаемость различных слов. Формирование векторов, которым сопоставляются слова основано на максимизации логарифмической вероятности встречаемости смежных слов – так называемых

слов контекста – для центрального слова с дальнейшим преобразованием полученных векторов методом стохастического градиентного спуска. Полученные векторы позволяют выявлять линейные отношения между словами.

В рекуррентной сети, при обработке последовательности на каждом шаге используются вектор слова и скрытый вектор состояния, который является результатом применения определённой функции к сумме вектора слова и скрытого вектора состояния с прошлого шага. Наличие скрытого вектора состояния и позволяет использовать преимущество наличия памяти рекуррентной сети, посредством использования накопленной за предыдущие шаги информации при анализе текущей. Вид применяемой функции зависит от подвида рекуррентной сети и является суммой накладываемых фильтров. Фильтры отвечают за соотношение уровня значимости текущей информации и информации, накопленной за предыдущие шаги. Можно выделить такие виды рекуррентных сетей как: сеть с управляемыми рекуррентными нейронами (Gated recurrent units, GRU) и сеть с нейронами с длительной кратковременной памятью (Long short-term memory, LSTM). [6]

Рекуррентные сети показывают хороший результат в решении большинства задач по анализу текста, кроме задач формирования вывода из представленного текста, например анализа тональности текста и задач сопоставления вопросов и ответов.

**Анализ текста с применением CNN.** Относительно новым подходом является применение для анализа текста свёрточных нейронных сетей (Convolutional Neural Network, CNN).

Свёрточные нейронные сети представляют собой многослойную структуру чередования свёрточных и субдискретизирующих слоёв, вдохновлённую структурой зрительной коры мозга человека. Принцип работы сети основан на процедуре свёртки матрицы, в ходе которой матричное поле, состоящее из определённого количества ячеек, обрабатывается по заданному алгоритму формируя ячейку матрицы нового слоя. Традиционно данный класс нейросетей применяется для классификации и распознавания изображений, однако данный подход может быть применён и для решения задачи анализа текста.

В начале анализа, аналогично применению RNN, формируются векторы слов. Из сформированных векторов последовательной записью соответственно порядку слов в исходном тексте создаётся исходная матрица первого слоя для свёртки. Особенностью применения CNN к решению задачи анализа текста является одномерность операции свёртки. Одномерность обусловлена возможностью применения операции только к ширине матрицы, так как вектор слова имеет смысл только полностью и отдельные его части в ходе анализа ничего не значат. После свёртки производится операция *max rolling* выбирающая наибольшее значение из значений, оказавшихся в фильтре, что формирует новый свёрточный слой в CNN.

CNN показывают хороший результат в классе задач, требующем сделать определённый вывод, основываясь на входном тексте, подобных детекции спама или анализа тональности текста. Однако, по сравнению с RNN, CNN имеют

серьёзный недостаток: CNN могут работать только со входом фиксированного размера, что накладывает дополнительные трудности при решении задач обработки текстов на естественном языке из-за входных данных переменного размера. [7]

**Заключение.** Таким образом, для решения задач обработки и анализа текста на естественном языке можно использовать нейронные сети таких классов как: рекуррентные нейронные сети и свёрточные нейронные сети. Для решения большинства задач, касающихся классификации и кластеризации текстов, наиболее удобно использование рекуррентных сетей. Для задач, требующих формирование вывода на основе текста, наиболее эффективно применение свёрточных нейронных сетей, однако их использование связано с преодолением определённых трудностей в реализации.

### Список литературы

[1] Первушин А. Модуль графематического анализа в системе обработки русскоязычных текстов. *Новые информационные технологии в автоматизированных системах*, 2012, №15.

[2] Юминов А.А. Экспертная система синтеза морфологической, синтаксической и семантической моделей текста на естественном языке. *Известия Института математики и информатики УдГУ*, 2006, №2, с. 215–218.

[3] Харламов А.А., Ле Мань Ха Нейросетевые подходы к классификации текстов на основе морфологического анализа. *Труды МФТИ*, 2017, №2 (34), с. 143–150.

[4] Диковицкий В.В. Семантический анализ текста с применением нейросетевого анализа морфологии и синтаксиса. *Труды Кольского научного центра РАН*, 2017, №3-8 (8), с. 109–115.

[5] Прошина М.В. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА: НЕЙРОННЫЕ СЕТИ. *Экономика строительства*, 2022, №5, с. 27–42.

[6] А. С. Немальцев Использование рекуррентных нейронных сетей для анализа необработанного многоязычного текста. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, 2020, №6-2, с. 55–59.

[7] Bai, S., Kolter, J. Z., & Koltun, V. *An Empirical Evaluation of Generic Convolutional and Recurrent Networks for Sequence Modeling*. URL: <https://arxiv.org/abs/1803.01271> (дата обращения 11.04.2023)

**Бибиков Андрей Павлович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [andrei.bibickow@yandex.ru](mailto:andrei.bibickow@yandex.ru)

**Гагарин Ю.Е.** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [gagarin\\_je@bmstu.ru](mailto:gagarin_je@bmstu.ru)

## ОБЗОР ПРОБЛЕМ ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

*В последние десятилетия компьютерное зрение стало одной из наиболее важных исследовательских областей в области искусственного интеллекта и робототехники. В современном мире компьютерное зрение играет ключевую роль в различных областях, таких как медицина, автомобильная промышленность, производство и многие другие. Однако, несмотря на прогресс, достигнутый в этой области, все еще существуют множество проблем, которые необходимо решить при разработке компьютерного зрения. В данной работе будут рассмотрены некоторые из главных проблем, связанных с внедрением компьютерного зрения, и оценим их важность в контексте современных технологий.*

**Ключевые слова:** *данные, компьютерное зрение, проблемы, решение.*

### 1) Недостаточная точность распознавания.

Для решение этой проблемы требуется комплексный подход, который состоит из нескольких шагов:

Первым шагом является сбор и подготовка большого количества данных для будущего обучения. Чем больше данных и чем более они разнообразны, тем точнее будет готовая модель. Данные должны быть прокомментированы чтобы модель знала, какие объекты должны быть распознаны.

Вторым шагом будет являться настройка алгоритмов обработки изображений и распознавания объектов. Необходимо выбрать такие алгоритмы, которые точно распознают объекты на изображениях.

Третьим шагом является обучение модели с использованием собранных данных и выбранных алгоритмов. Обучение модели может занять значительное время и требует высокопроизводительных вычислительных ресурсов. Модель должна быть обучена на большом количестве данных и должна обладать способностью к обобщению, чтобы успешно распознавать объекты на новых изображениях.

Четвертым шагом является тестирование и оценка качества модели. Модель должна быть тщательно протестирована на различных наборах данных, чтобы убедиться в ее точности и эффективности. Если модель не достигает желаемой точности, то может потребоваться повторное обучение на большем количестве данных или использование других алгоритмов.

### 2) Сложность обработки больших объемов данных:

Одним из решений этой проблемы является использование распределенных систем обработки данных, что позволит обрабатывать большие объемы данных на множестве узлов.

Другим решением является использование специализированных аппаратных решений, таких как графические процессоры и тензорные процессоры, что

увеличит производительность при обработке данных, особенно в тех задачах, где используется глубокое обучение.

Использование выборочного обучения, которое позволяет обучать модель на подмножестве данных, вместо использования всего набора данных, что может значительно сократить время обучения модели, несмотря на то что точность может быть немного снижена.

### 3) Сложность классификации распознаваемых объектов:

Одним из решений этой проблемы является извлечение более сложных признаки из изображения, а также необходимость учитывать пространство вокруг объекта. Для этого используется аугментация данных, это процесс искусственного создания новых данных из существующих. После процесса аугментации необходимо провести обучение, что увеличит точность компьютерного зрения.

Еще одним решением является использование методов предварительной обработки изображений, таких как сегментация изображений и нахождение объектов. То есть необходимый объект выделяется на изображении, что позволяет понять на сколько точно компьютерное зрение может распознать необходимую информацию.

Использование машинного обучения с подкреплением позволит обучаться не только на предоставленных изображениях, но и через данные не включенные в исходный дата сет.

## **Заключение**

Таким образом, проанализировав проблемы, которые возникают при разработке компьютерного зрения можно отметить, что самой главной проблемой является сложность классификации распознаваемых объектов. Для ее решения можно использовать:

- Аугментацию данных, для получения новой информации из старых изображений, что позволит более точно определять объекты на изображении в будущем.

- Сегментация изображения, она позволит проверять на сколько хорошо обучена модель.

- Использование машинного обучения с подкреплением, которое позволяет обучаться не только на тех данных что мы предоставили.

В целом, компьютерное зрение имеет огромный потенциал для применения в различных областях, а решение проблем, связанных с этой технологией, позволит еще больше раскрыть ее возможности и сделать ее доступной для широкой аудитории.

## **Список литературы**

[1]. Кофанов, П. И. Компьютерное зрение, определение изменений посредством компьютерного зрения (на примере создания лазерного тира) / П. И. Кофанов, Д. А. Тупикин, Е. А. Звягина // Мехатроника, автоматика и робототех-



ника. – 2019. – № 3. – С. 158-160. – DOI 10.26160/2541-8637-2019-3-158-160. – EDN YZFITB.

[2]. Кожиева, М. Х. Что такое компьютерное зрение / М. Х. Кожиева // WORLD OF SCIENCE : сборник статей II Международной научно-практической конференции, Пенза, 30 января 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 51-54. – EDN MНMNMU.

[3]. Ярыгин, А. А. Актуальные вопросы машинного обучения с подкреплением интеллектуальных агентов в задачах принятия решений / А. А. Ярыгин // АВТОМАТИЗАЦИЯ: ПРОБЛЕМЫ, ИДЕИ, РЕШЕНИЯ : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Челябинск, 08 сентября 2017 года. – Челябинск: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2017. – Р. 62. – EDN ZEUDDJ.

**Захаренков Даниил Сергеевич** – студент ИУК5-81Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: zaharenkov2001@mail.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vershinin@bmstu.ru

## СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АПСКЕЙЛИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В ИГРАХ

*Все, что отображается на экране монитора, состоит из пикселей - минимальной единицы цифровых изображений. Увеличение масштаба (upscaling) это процесс изменения размера цифрового изображения с сохранением пропорций и отрисовкой дополнительных пикселей, чтобы соответствовать заданному разрешению. В таком методе есть большой недостаток - итоговое изображение будет представлять собой множество новых усредненных пикселей, что ведет за собой сильную потерю качества. Для решения этой проблемы компании nvidia и amd разработали свои собственные технологии масштабирования Nvidia DLSS (Deep Learning Super Sampling) и AMD FSR (FidelityFX SuperResolution).*

**Ключевые слова:** технологии масштабирования, искусственный интеллект, рендеринг, разрешение, dlss, fsr

DLSS (Deep learning super sampling) - это технология отрисовки изображения, которая использует специализированные тензорные ядра в видеокартах GeForce RTX для увеличения производительности и улучшения качества графики в видеоиграх. Благодаря применению искусственного интеллекта, DLSS может выводить кадры с более высоким разрешением из исходных данных с более низким разрешением, что позволяет повысить производительность графического процессора.

FSR (FidelityFX Super Resolution) - это метод масштабирования AMD, который также является формой суперсэмплинга. Эта технология снижает качество отрисовки игры и анализирует изображение, обнаруживая края и реконструируя их с большим разрешением. Для улучшения качества деталей происходит повышение резкости. Весь этот процесс выполняется за один проход в время отрисовки изображения, после чего происходит добавление графического интерфейса и текста в кадр.

### **Сравнение Nvidia DLSS и AMD FSR.**

Первая версия DLSS анализировала подборку игр, запущенных в высоком и низком разрешении, со сглаживанием и без него. Во всех этих режимах создавались серии изображений, загружаемые в суперкомпьютеры компании Nvidia, которые определяли наилучший способ преобразования изображений низкого разрешения в высококачественные изображения высокого разрешения при помощи нейронной сети. При этом, тензорные ядра самой видеокарты не были задействованы, поскольку вычисления выполнялись в сети компании. Для каждой игры, поддерживающей DLSS, проводилось индивидуальное исследование компанией Nvidia, чтобы разработать необходимый алгоритм для повышения масштаба. Технология FSR отличается тем, что весь процесс здесь основан на программном обеспечении, в отличие от DLSS, который опирается на

тензорные ядра. Благодаря этому, технология от AMD поддерживается на большем количестве графических ускорителей.

С выходом версии DLSS 2.0, использование суперкомпьютеров Nvidia стало необходимо только для создания общего алгоритма увеличения масштаба изображения. Для обработки пикселей с помощью нейронной модели (ускоренной тензорными ядрами GPU) используются данные из предыдущего отрисованного кадра. Это принесло улучшения в производительности, включая также улучшения в методе временной обратной связи (Temporal Feedback). Временная обратная связь — это информация от векторов движения, которая предсказывает движение следующего кадра по предыдущему.

В второй версии FSR AMD пошла тем же путем, что и Nvidia, перейдя от пространственного масштабирования к временному. Здесь также используются векторы движения, такие же, как DLSS, которые точно предсказывают движение для следующего кадра. Изображение также дополнительно улучшается за счет использования пользовательского сглаживания. Важным отличием является то, что технология FSR имеет открытый исходный код и компания AMD предоставляет подробную документацию о том, как интегрировать FSR 2.0 в игры. Это значительно упрощает его интеграцию в игры. Интеграция DLSS, с другой стороны, пока невозможна без сотрудничества с Nvidia.

При сравнении технологий в играх с установленными настройками на максимальное качество, в среднем большая производительность достигается с использованием DLSS от Nvidia (см. рис. 1). Преимущество над FSR от AMD составляет примерно 5%. Изображение с использованием DLSS также имеет чуть большую детализацию (см. рис. 2). Обе технологии дают большой прирост частоты кадров в секунду (около 48-56%), при этом сохраняя и в некоторых случаях улучшая качество картинки.

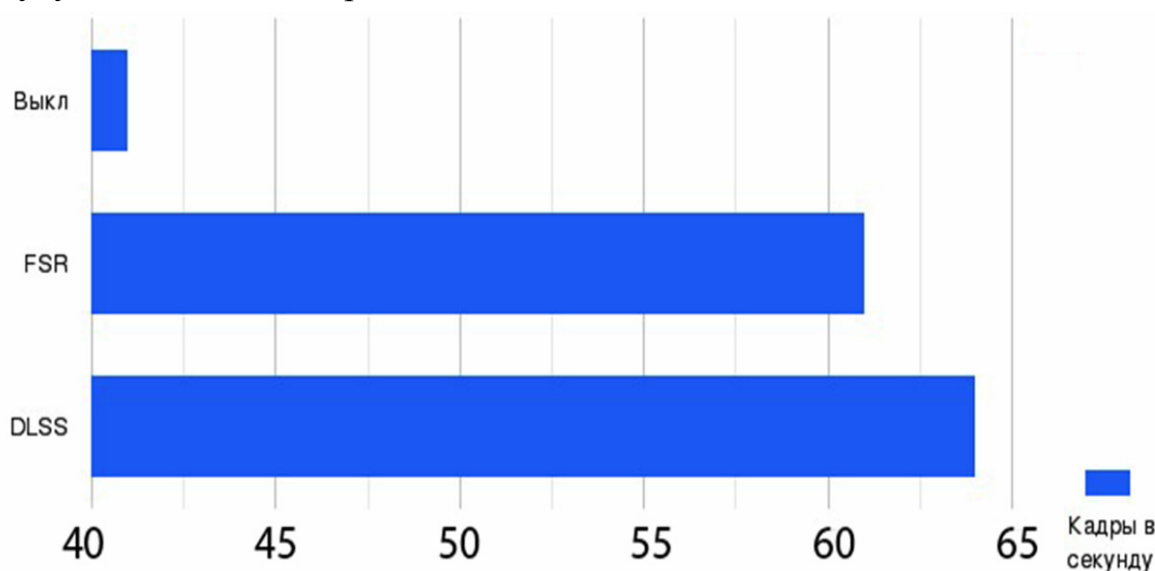


Рис. 1. Сравнение производительности с использованием обеих технологий в игре Deathloop



Выкл

DLSS

FSR

Рис. 2. Сравнение качества изображения с использованием обеих технологий в игре Deathloop

### **Заключение**

Таким образом, проанализировав преимущества и недостатки обеих технологий можно отметить, что использование любой из них значительно повышает производительность системы в играх. Выбор между одной из них необходимо делать исходя из того, как данная технология реализована в конкретной игре и поддерживает ли ее видеокарта. Компании продолжают улучшать свои технологии, поэтому с обновлениями они становятся доступны в большем количестве игр, с более высокой производительностью и качеством изображения.

### **Список литературы**

- [1] Бергер, Е. Г. Актуальность развития технологии DLSS и её роль при ускорении частоты смены кадров / Е. Г. Бергер, И. Ю. Бублик // StudNet. – 2021. – Т. 4, № 6. – EDN YTEYET
- [2] Каримова, Э. А. Улучшение качества изображения с помощью нейронных сетей// Тенденции развития интернет и цифровой экономики. – 2020. – С. 207–209. – EDN NUZEJE
- [3] Муравьев, К. А. Методы интерполяции при масштабировании изображений / К. А. Муравьев, А. С. Ильин, Ю. С. Невзорова // Технологии инженерных и информационных систем. – 2022. – № 3. – С. 36-45. – EDN DUNEVZ
- [4] GPU PRO3: Advanced Rendering Techniques - 2012. – С. 198-216. – EDN MUZXJX

**Губарев Павел Петрович** – студент ИУК5-81Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: gararavel@yandex.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vershinin@bmstu.ru

## **ОБЗОР ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЕТЕВОЙ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ СЕССИОННОЙ ИГРЫ**

*Многопользовательская игра, или мультиплеер — режим компьютерной игры, во время которого играет больше одного человека. В сессионных многопользовательских играх игровой процесс разделен на матчи, в которых участвует некоторое количество игроков (2 и более). Сессионные многопользовательские игры являются крайне популярным жанром, к которому относятся большинство киберспортивных дисциплин. В данной работе рассматриваются наиболее частые проблемы, с которыми может столкнуться разработчик при создании приложения сетевой многопользовательской сессионной игры с клиент-серверной архитектурой.*

**Ключевые слова:** *многопользовательская игра, игры, видеоигры, клиент-серверная архитектура, разработка сервера игры, рейтинговая система в игре.*

### **Проблемы, возникающие при разработке многопользовательской сетевой сессионной игры.**

1. Высокие значения задержек игровых изменений на стороне клиента, связанных с тем, что клиент должен подтверждать у сервера свои запросы. В играх в реальном времени это особенно критично, т. к. даже при невысокой задержке с точки зрения игрока перемещения персонажа и игровых предметов будет происходить рывками.

2. Возникновение уязвимостей в приложении, позволяющих недобросовестным игрокам, использующим стороннее ПО, получать доступ к информации, которой у них не должно быть в соответствии с игровой логикой. Например, в шутерах от первого лица сервер обычно отправляет клиентским приложениям местоположение всех игроков на карте, чтобы, когда противник выходит из-за угла, игрок сразу же мог его заметить. Иначе серверу пришлось бы отправлять местоположение только тех игроков, которые находятся в поле зрения игрока, что вызвало бы значительную задержку при их появлении на экране. Однако, с использованием сторонних программ, игроки могут увидеть местоположение игроков за стеной, а также получить доступ к прочей информации.

3. Возникновение уязвимостей, связанных с проверкой запросов от клиента. Если сервер не проверяет, разрешено ли игроку в данный момент выполнить то или иное действие, недобросовестный игрок может отправить серверу запрос на выполнения какого-либо действия в игре, которое в данный момент должно быть недоступно (например, перемещение на большое расстояние в другую часть карты или нанесение урона персонажу вне боя), либо подменить какие-либо значения в пакете, влияющие на изменение игрового состояния на сервере (например, количество урона персонажу противника).

4. Неэффективность автоматического подбора соперников и союзников для игры. С одной стороны, необходимо, чтобы подбор игроков был достаточно честным, сильные игроки играли с сильными, более слабые – с более слабыми.

Однако, также необходимо, чтобы подбор игры был быстрым, чтобы пользователь не отменил поиск. Это особенно актуально с играми, имеющими небольшое количество одновременно активных пользователей.

5. Сложность синхронизации клиентов во времени. Каждый компьютер подключен к сети с различным временем запаздывания. Некоторые клиенты дольше отправляют сообщения серверу и позже принимают их обратно от сервера. На стороне клиента один игрок может выполнить перемещение точно в тот же момент, что и другой, но поскольку этим действиям требуется время, чтобы достичь сервера, у клиента с более быстрым соединением есть преимущество.

#### **Подходы для решения возникающих проблем.**

Для решения проблем, возникающих при разработке многопользовательской сетевой сессионной игры, можно использовать следующие подходы:

1. Для ускорения отправки и получения пакетов в играх в реальном времени уместно передавать данные между клиентами и сервером при помощи протокола UDP с использованием собственного протокола прикладного уровня, разработанного специально для данного проекта. В играх в реальном времени не так важно проверять, был ли получен пакет, т. к. пакеты с изменениями игрового состояния передаются часто и регулярно, а значит уместнее использовать UDP вместо TCP.

2. Для предотвращения нечестной игры путем отправки игроками пакетов с запросом на действия, которые должны быть им недоступны, стоит использовать авторитарный сервер. Сервер с точки зрения игровой логики может быть авторитарным и неавторитарным. Неавторитарный сервер не контролирует результаты ввода каждого игрока. Клиенты самостоятельно отслеживают введенные игроком действия и игровую логику локально, после чего высылают результат на сервер. В авторитарном сервере обработка и выполнение всех действий, затрагивающих игровой процесс, применение правил игры и обработки ввода от клиентов осуществляется на стороне сервера, что позволяет отсеивать пакеты с некорректными данными, которые в результате помех при передаче данных или целенаправленно искажают игровую логику. [1].

3. Для выявления нечестной игры со стороны игроков можно использовать какое-либо готовое решение среди программ-античитов, например BattleEye, Easy Anticheat и другие, либо реализовать собственное решение, которое будет отслеживать нечестное получение информации игроками.

4. Чтобы обеспечить плавность событий и помочь смягчить эффекты задержки и отставания, сервер может позволить клиентам производить незначительные изменения в игровом мире между поступающими с сервера обновлениями. Эти небольшие изменения обычно являются только обновлениями перемещения персонажа. В этом случае клиент не ждет обновлений от сервера, чтобы переместить персонажа, а вместо этого предполагает, как обновится местоположение, основываясь на последнем известном состоянии. Подобные предположения осуществляются при помощи алгоритма расчета траектории (dead reckoning). [2].

5. Для эффективного с точки зрения точности и затраченного времени подбора игроков стоит использовать рейтинговую систему, где каждому игроку присваивается некоторое числовое значение, отображающее его уровень навыка. Затем можно игроков, которые начали поиск игры, нажав в приложении соответствующую кнопку, помещать в некоторую очередь. Каждый элемент очереди будет представлять собой массив, являющийся лобби с необходимым максимальным количеством игроков (допустим, в матче участвует 10 игроков). При добавлении нового игрока в очередь, для каждого лобби по очереди вычисляется средний рейтинг игроков в нем, и, если средний рейтинг нового игрока в очереди отличается от среднего рейтинга данного лобби не более, чем на заданное разработчиком значение, игрок добавляется в данное лобби. Данное значение может также быть плавающим в зависимости от загруженности сервера – чем ближе друг к другу должны быть значения рейтинга игроков в лобби, тем дольше будет идти поиск игры, но тем ближе будет навык игроков в данном матче. Таким образом, быстрее заполняются лобби, которые были созданы наиболее давно. Когда в лобби набирается 10 игроков, данное лобби удаляется из очереди и начинается игра с 10 игроками в данном лобби. Помимо значения рейтинга, можно также учитывать текущую серию побед/поражений игрока (например, временно снижать рейтинг при нескольких поражениях подряд), характеристики оборудования игрока, его игровые показатели (уровень и т. п.). [3].

6. Для отсчета игрового времени сервер может синхронизировать всех игроков, искусственно увеличив задержку всех игроков в данном матче до максимальной задержки среди игроков. Данный способ иногда применяется на различных онлайн-турнирах, а также хорошо подходит для игр, где игроки сражаются 1 на 1 (например, файтинги). Однако, синхронизация всех игроков плохо подходит для игр с большим количеством игроков, так как вынуждает остальных игроков играть с менее комфортной для них большей задержкой. Лучшее решение данной проблемы заключается в том, что все сообщения, полученные клиентом и сервером, записываются вместе со временем их получения. Сервер использует это время, чтобы определить, как обновлять состояние игроков. Например, если полученное сервером сообщение не обрабатывалось в течение 100 мс, сервер компенсирует пропущенное время в ходе выполнения обновления. [4].

### **Заключение**

Использование перечисленных выше подходов позволит эффективно решить проблемы, возникающие при разработке сетевой многопользовательской сессионной игры.

### **Список литературы**

[1] Тамбиев, Р. С. Разработка игрового сервера многопользовательской компьютерной игры / Р. С. Тамбиев, Б. Б. Симкин // *Advances in Science and Technology* : Сборник статей XXXVII международной научно-практической конференции, Москва, 15 июня 2021 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Актуальность.РФ", 2021. – С. 104-105. – EDN GYWPKO



[2] Сафоненко, Н. В. Формализация разработки и поддержки клиент-серверных приложений на примере многопользовательских игр / Н. В. Сафоненко, К. В. Чуваков, Д. В. Шевцов // Проблемы автоматизации и управления в технических системах : Сборник статей Международной научно-технической конференции, Пенза, 23–25 апреля 2013 года / под редакцией М. А. Щербакова. – Пенза: Пензенский государственный университет, 2013. – С. 400-401. – EDN TCLAST

[3] Тугарев, А. С. Проектирование балансной рейтинг-системы / А. С. Тугарев // Информационные системы и технологии 2015 : Материалы III Международной научно-технической интернет-конференции, Орел, 01 апреля – 31 2015 года / ФГБОУ ВПО "Государственный университет-учебно-научно-производственный комплекс". – Орел: Общество с ограниченной ответственностью "Стерх", 2015. – С. 74. – EDN UMCGMH

[4] Иванова, А. С. Разработка серверной и клиентской части браузерной многопользовательской игры / А. С. Иванова, Е. В. Трофименко // Вестник факультета прикладной математики, информатики и механики. Том Выпуск 12. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – С. 100-111. – EDN ZBEVEJ

**Дармограй Артем Эдуардович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [artemdar40@yandex.ru](mailto:artemdar40@yandex.ru)

**Вершинин Евгений Владимирович** – доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, заместитель директора по НИР, заведующий кафедрой, кандидат физико-математических наук. E-mail: [vershinin@bmstu.ru](mailto:vershinin@bmstu.ru)

## ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ЧАТ-БОТА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА

*В настоящее время большинство пользователей Интернет используют различные мессенджеры для общения. Большую популярность приобретают и чат-боты, реализующие различные функции. Для учащихся различных форм обучения использование ботов помогает как в получении какой-либо общей информации, так и в решении типовых задач по различным дисциплинам. Реализация чат-бота для студентов ВУЗа является актуальной задачей с постоянно расширяемым функционалом.*

**Ключевые слова:** мессенджер, чат-бот, токен, учебное расписание.

В настоящее время, мессенджеры стали неотъемлемой частью повседневной жизни человека. Это платформы, которые позволяют мгновенно обмениваться текстовыми сообщениями, аудиозаписями, фотографиями и другими мультимедиа. Мессенджеры представляют из себя приложение, установленное на какой-либо гаджет и работающее с использованием интернета. Этот вариант коммуникации используется ежедневно: общение с родственниками, друзьями, обсуждение вопросов в рабочих чатах, получение информации в новостных каналах и т.д.

Самые популярными мессенджерами на данный момент являются Telegram, WhatsApp, Viber. Если анализировать статистику, приведенную разработчиками данных платформ, то можно выделить Telegram, который обогнал WhatsApp по объему трафика в России за 2022 год, и, согласно прогнозам аналитиков, в 2023 году мессенджер обгонит конкурентов по количеству пользователей, поскольку число уникальных пользователей увеличилось на 40%. Большая часть аудитории в размере 68% - русскоязычные пользователи, согласно данным портала InClient.ru. В России Telegram загружали более 24,15 миллиона человек.

Все вышеперечисленные мессенджеры разработают с чат-ботами. Данная технология набирает популярность практически во всех областях нашей жизнедеятельности, начиная от отслеживания посылок, получения информации без взаимодействия с человеком и заканчивая помощником в совершении покупки в интернет-магазинах. Основная функция чат-ботов — дать быстрый и четкий ответ на ряд вопросов, информацией по которым он владеет. Основным преимуществом ботов является то, что они предоставляют информацию в режиме 24/7. Так считают 54% пользователей онлайн услуг (согласно исследованиям Oracle за 2021 год).

Отечественный мессенджер Telegram оказался впереди и в этом направлении. Создать пустого бота очень просто, для этого нужно создать аккаунт разработчика, используя @BotFather, получить токен и с помощью кода наполнять бота требуемыми функциями [1]. В апреле 2022 года Telegram-боты получили новое обновление, которое стало новаторством в этой сфере — WebApp (веб-приложения) внутри мессенджера. Данная технология представляет собой сайт,

который открывается поверх внешнего интерфейса. Это означает, что Telegram сможет заменить почти любой сайт или приложение, ведь теперь чат-боты смогут иметь полноценный графический интерфейс с помощью языков разметки (HTML5, CSS3 и т.п.) и JavaScript.

Одной из востребованных функций при написании бота для студентов ВУ-За является доступ к расписанию преподавателей. Четкое знание местонахождения преподавателя по время учебных занятий ускорит контакт студента и преподавателя для решения каких-либо вопросов.

При разработке чат-бота для студентов самым тривиальным решением в вопросе выдачи расписания по запросу пользователя бота является ручное внесение данных о каждом преподавателе. Однако, подобное занесение информации требует больших временных затрат. Ниже приведены статистические данные по КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, для которого и реализуется подобное приложение. Чтобы занести данные одного преподавателя потребовалось 6,2 минуты. В среднем, на одной кафедре работают 12 преподавателей. В настоящее время в высшем учебном заведении существует 20 кафедр. Таким образом, чтобы внести информацию о всех преподавателях на одной кафедре, потребуется 74,4 минуты, а для кафедр во всем университете 1448 минут. Следует учитывать, что расписание меняется каждый семестр, а также возможна корректировка кадрового состава преподавателей кафедр.

Расписание формируется в виде Excel документа, поэтому было принято решение о написании парсера данного документа. Важный фактор в данном решении – анализ и чтение информации из документа без потери данных в ходе ее обработки.

Для разработки описываемого функционала выше, в первую очередь необходимо определиться с библиотекой для реализации на платформе Node.js [2]. Наиболее подходящей библиотекой является Telegraf.js из-за наличия механизма MiddleWare, грамотной документации, оптимизированной технологии WebApp и полной поддержки текущей версии Telegram Bot API [3].

Далее необходимо добавить библиотеку для работы с Excel документами. Чтобы не было конфронтаций с уже имеющимся стеком, был выбран фреймворк XLSX.

После создания бота с помощью @BotFather и получения токена, необходимо инициализировать его в коде, а также создать конфигуратор для настройки бота (он представляет из себя json файл, в который вносятся следующие данные: среда выполнения, библиотека, ее версия, права на отправку кнопок ответа (reply buttons) и встроенных кнопок (inline buttons)).

Следующим этапом в разработке стало подключение XLSX и приведение в состояние готовности Excel документа для дальнейшей работы с ним. Необходимо разбить файл на объекты постранично, в которых находятся коллекции с информацией о каждой странице. Далее, следует пройтись по каждому из этих массивов, «вытаскивая» нужную информацию в ранее созданный отдельный массив.

После парсинга документа, необходимо настроить WebApp приложение. При помощи HTML5, CSS3 и JavaScript требуется написать сайт, который в будущем будет видеть пользователь во время открытия веб-приложения из чат-бота. Веб-приложение (в контексте функции для бота в Telegram) — окно браузера, которое открывается внутри диалога с ботом и имеет возможность выполнять действия в боте без отправки запросов. Разработчики ботов могут создавать бесконечно гибкие интерфейсы с помощью JavaScript. Используя ранее полученные данные из Excel документа, студент может ввести фамилию преподавателя в окно ввода и получить сформированное расписание на весь семестр. Однако, в случае, если несколько преподавателей имеют одинаковую фамилию, то пользователю будет предоставлена информация для дальнейшего выбора не только с ФИО преподавателя, но и с названием кафедры, на которой работает преподаватель. Таким образом, чат-бот выдает студентам нужную им информацию для помощи в их учебной деятельности.

К другим функциональным особенностям разработанного чат-бота для студентов ВУЗа относятся: получение основной информации об учебном заведении, ответы на часто задаваемые вопросы, групповое общение между студентами. В дальнейшем, функционал бота будет расширяться. Предполагается развитие информационного направления для абитуриентов вуза, а также помощь студентам в их учебной деятельности.

### **Список литературы**

[1] Цабулин, Е. А. Разработка и сопровождение системы обработки пользовательской информации для мессенджера Telegram : [16+] / Е. А. Цабулин ; Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Институт непрерывного образования, Кафедра Информационных управляющих систем. – Санкт-Петербург : б.и., 2022. – 56 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=693117>

[2] Комаров, А. С. Разработка онлайн-помощника в мессенджере Telegram : [16+] / А. С. Комаров ; Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Факультет Информационных систем и технологий, Кафедра Информационных управляющих систем. – Санкт-Петербург : б.и., 2022. – 83 с. : ил., диагр., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=691331>

[3] Сенаторов, А. Telegram: как запустить канал, привлечь подписчиков и заработать на контенте : [12+] / А. Сенаторов ; ред. А. Сайдашева ; науч. ред. Р. Губер. – Москва : Альпина Паблицер, 2018. – 160 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570463> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9614-1485-1. – Текст : электронный

**Филатов Сергей Андреевич** – студент ИУК2-21Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [sergaykalabor@gmail.com](mailto:sergaykalabor@gmail.com)

**Мушкамбарян Давит Таронович** – студент ИУК2-21Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [davo\\_d\\_da@mail.ru](mailto:davo_d_da@mail.ru)

**Борсук Наталья Александровна** – доцент кафедры "Информационные системы и сети", канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [borsuk.65@yandex.ru](mailto:borsuk.65@yandex.ru)

## ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ ФРЕЙМВОРКА DJANGO

*В настоящее время невозможно обойтись без Интернета, без доступа к информации, размещенной в Сети. Способов разработки Интернет-ресурсов достаточно много, начиная с написания с нуля, и заканчивая фреймворками. Использование фреймворков и библиотек позволяет упростить и ускорить процесс веб-разработки. Разработчику не нужно писать код с нуля, он может использовать готовые решения. Фреймворки и библиотеки также обеспечивают унификацию кода, что упрощает его поддержку и развитие. Наиболее популярными являются: Django, Angular, React, Laravel и другие.*

**Ключевые слова:** фреймворк, приложение, база данных, проект.

Django является одним из наиболее популярных фреймворков для создания веб-приложений на языке Python. Он предоставляет множество инструментов для упрощения процесса разработки, включая систему управления базами данных, аутентификацию пользователей, обработку форм и многое другое.

Основой django-проекта служат приложения. Каждое приложение представляет какую-то определенную функциональность. Один проект может включать множество приложений. Это позволяет выделить группу задач в отдельный модуль и разрабатывать их независимо от других. Как пример, вкладки сайта «О нас» или «Контакты», при их наличии, удобнее вывести в отдельное приложение для упрощения работы с ними. Аналогично с окошком регистрации. Кроме того, приложения можно переносить из одного проекта в другой, что, несомненно, очень удобно.

Дизайн приложения хранится в папке templates. Причем еще одной особенностью django является структура самого проекта. Если папку templates назвать как-то по-другому, то необходимо будет переименовать везде. Чаще всего это html-файл, но в django он служит шаблоном. Шаблоны очень часто используются для многостраничных сайтов (например, в основном html-файле создается пустой блок, который заполняется уже в другом html-файле). Особенностью такого механизма шаблонов является возможность передать данные в них. В этом механизме также реализованы циклические и условные процессы. Также могут быть полезны встроенные теги шаблонов, например, тег autoescape позволяет экранировать html-символы, или же тег now – получает текущую дату [1].

В самом html-файле можно задавать CSS стили в теге <style/> или в атрибуте тегов style="". Но гораздо удобнее подключить внешний css-файл. В django это можно сделать с помощью определения статических файлов, к которым относятся как стили CSS, так и файлы JavaScript, картинки, аудио- и видеофайлы. Для подключения статических файлов в начало html-документа необходимо прописать тег {% load static %}, перед этим создать саму папку static и зарегистрировать ее в настройках проекта. Возможность подключить css- и js-файлы позволяет создать страницу любой сложности со сложными и красивы-

ми анимациями, переходами и т. п., а с помощью django очень легко организовать регистрацию на сайте, совершение покупок в онлайн-магазине или какой-либо форум сайта.

В django одной из форм отправки данных на сервер являются обычные формы html, обычно типа POST. Полученные данные (как строки и числа, так и коллекции) можно обрабатывать средствами Python и дальше вывести их на страницу. Формы создаются в отдельном файле forms.py с помощью класса Form. В самом классе можно создать нужные поля формы опять же с помощью встроенных методов. Например, текстовое поле создается как forms.CharField(). Такие поля можно видоизменить с помощью виджетов, в качестве примера подходит виджет TextArea, который позволяет превратить однострочное текстовое поле в многострочное.

Фреймворк значительно упрощает работу с базами данных [2]. В django существуют так называемые модели, которые создаются в файле models.py, и каждая из реализована как отдельный класс со своими методами и переменными. Работа с моделями реализована в классе Model. Для того чтобы подключить базу данных к своему проекту, достаточно знать, как работает в общем база данных, а то, как реализовать ее в django интуитивно понятно. Обычно модели и формы связывают друг с другом, то есть по полученной информации из заполненной формы создается модель.

В целом, главное преимущество фреймворка django во внешнем оформлении веб-страниц – это механизм шаблонов. Вдобавок к этому, django упрощает работу с формами, а также с базами данных.

### **Список литературы**

[1] Солодушкин, С. И. Разработка программных комплексов на языке JavaScript : учебное пособие / С. И. Солодушкин, И. Ф. Юманова ; под общ. ред. В. Г. Пименова ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 135 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699140> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7996-3034-8. – Текст : электронный

[2] Базы данных в высокопроизводительных информационных системах : учебное пособие / авт.-сост. Е. И. Николаев ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 163 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466799> – Библиогр.: с. 161. – Текст : электронный.

[3] Системный администратор / ред. кол.: Д. Ф. Гудзенко [и др.] ; изд. ООО «Синдикат 13» ; гл. ред. Г. Положевец. – Москва : Синдикат 13, 2014. – № 9(142). – 100 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273442>. – ISSN 1813-5579. – Текст : электронный

**Мушкамбарян Давит Таронович** – студент ИУК2-21Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: davo\_d\_da@mail.ru

**Филатов Сергей Андреевич** – студент ИУК2-21Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: sergaykalabor@gmail.com

**Борсук Наталья Александровна** – доцент кафедры "Информационные системы и сети", канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: borsuk.65@yandex.ru



## РАСШИРЕНИЕ ДАННЫХ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

*При использовании машинного обучения, часто всплывают проблемы связанные с объёмом и релевантностью данных. Решить данную проблему позволяет процесс, называемый «Расширением данных». Существует несколько основных методов по расширению данных. Первый метод – традиционный, производит базовые преобразования изображений. Вторым методом - генеративно-состязательная сеть, накладывает на изображение различные стили. Третий метод – дополнительная нейронная сеть, которая на основе существующих данных создаёт новые, которые соответствуют изначальным изображениям.*

**Ключевые слова:** изображение, расширение, машинное обучение, датасет

Во время работы с машинным обучением довольно часто возникает проблема при работе с данными. Основными проблемами являются объём входных данных, часто бывает такое, то, что он слишком мал, также возникает проблема релевантности данных, даже самые крупные датасеты не могут покрыть всевозможные случаи возможных классификаций. Примером могут послужить наборы данных изображений. Многие из них содержат в себе несколько сотен изображений, максимум пару тысяч. А также в выборках встречаются данные, которые только увеличивают погрешность при классификации, такие как замыленные фотографии. Обучение модели нейронной сети сводится к тому, чтобы минимизировать ошибки и погрешности, возникающие во время обучения.

Современные нейронные сети содержат миллионы, и даже миллиарды параметров, поэтому они требуют огромного набора данных для своего обучения до надлежащего уровня точности. Из-за этого возникает проблема нехватки данных для обучения. Но поиск новых данных для обучения – это бессмысленная затея, ибо требуемый набор данных для корректной работы нейронной сети чаще всего превосходит данные, доступные в свободном доступе. Вместо этого лучше применить преобразования к имеющейся выборке, т.к. даже незначительные трансформации приведут к желаемому эффекту. Данный процесс и называется «Расширением данных».

Существует две крупных группы методов по расширению данных. Первая группа включает в себя методы, которые создают новые данные перед обучением нейронной сети. Примером могут послужить традиционные методы преобразований изображений и генеративно-состязательная сеть, которая может «применить» различные стили к изображению. Вторая группа использует промежуточную нейронную сеть. Данная сеть получает на вход несколько случайных изображений из выборки и генерирует новое, которое соответствует контексту и стилю изначальных обучающих данных.

Традиционные методы преобразования состоят из использования преобразований для изменения изображений. Для каждого входного изображения про-

изводится создание копии, которое сдвигается, увеличивается, уменьшается, поворачивается, переворачивается [1]. На рисунке 1 представлены изображения после применения традиционных методов преобразования. После чего дубликаты вместе с оригинальным изображением используются для обучения нейронной сети.



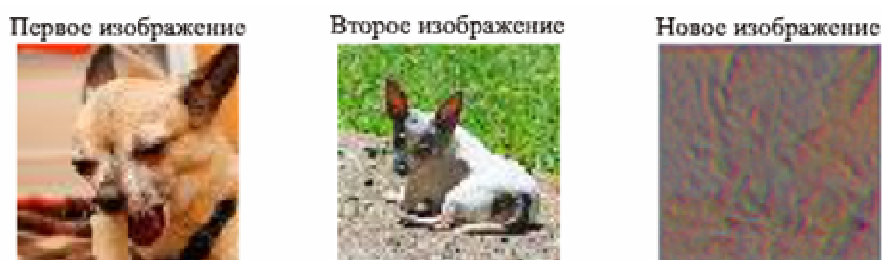
**Рис. 1.** Традиционные методы преобразования изображений

Генеративно-состязательная сеть позволяет наложить на изображение различные стили. Существует множество готовых стилей, которые можно сразу использовать, среди которых можно выделить: Сезанн, Моне, Укие, Ван Гог и Винтер [2]. На рисунке 2 представлены изображения после применения приведённых выше стилей. После наложения стиля как оригинальное, так и стилизованные изображения используются для обучения нейронной сети.



**Рис. 2.** Преобразования посредством генеративно-состязательной сети

Прежде чем передать изображения в основную сеть для обучения, они передаются в дополнительную сеть. Данная сеть принимает два изображения и возвращает дополнительное изображение. На рисунке 3 представлены два исходных изображения и созданное дополнительной сетью изображение. Дополнительное изображение, а также исходные изображения затем передаются в оригинальную нейронную сеть, сеть классификации. Величина ошибки при работе оригинальной сети передаётся в дополнительную сеть для корректировки «похожести» изображений и достижения минимальной ошибки [3].



**Рис. 3.** Преобразования посредством дополнительной нейронной сети

### Сравнение методов расширений изображений

Метод расширения	Точность
Нет	0.855
Традиционный	0.865
Генеративно-состязательная сеть	0.890
Дополнительная нейронная сеть	0.915

#### Заключение

Выявлено, что при использовании нейронной сети, предназначенной для классификации изображений возможно повысить её точность без увеличения размера изначальных данных для обучения, используя различные методы расширения. Рассмотренные методы расширения данных показали, что чем более сложный процесс происходит во расширения данных, тем сильнее можно увеличить точность классификации.

#### Список литературы

[1] E. Jannik Bjerrum. SMILES Enumeration as Data Augmentation for Neural Network Modeling of Molecules // ArXiv e-prints. 2017. P. 7. - URL: [https://www.researchgate.net/publication/315495821\\_SMILES\\_Enumeration\\_as\\_Data\\_Augmentation\\_for\\_Neural\\_Network\\_Modeling\\_of\\_Molecules](https://www.researchgate.net/publication/315495821_SMILES_Enumeration_as_Data_Augmentation_for_Neural_Network_Modeling_of_Molecules)

[2] J. Zhu, T. Park, P. Isola, A. A. Efros. Unpaired image-to-image translation using cycle-consistent adversarial networks // 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). 2017. P. 18 - URL: [https://www.researchgate.net/publication/322060135\\_Unpaired\\_Image-to-Image\\_Translation\\_Using\\_Cycle-Consistent\\_Adversarial\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/322060135_Unpaired_Image-to-Image_Translation_Using_Cycle-Consistent_Adversarial_Networks)

[3] S. Gurusurthy, R. Kiran Sarvadevabhatla, V. Babu Radhakrishnan. DeLiGAN: Generative Adversarial Networks for Diverse and Limited Data // 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2017. P. 9. - URL: [https://www.researchgate.net/publication/320968268\\_DeLiGAN\\_Generative\\_Adversarial\\_Networks\\_for\\_Diverse\\_and\\_Limited\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/320968268_DeLiGAN_Generative_Adversarial_Networks_for_Diverse_and_Limited_Data)

**Сергеев Леонид Андреевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [l.a.sergeev@yandex.ru](mailto:l.a.sergeev@yandex.ru)

**Белов Юрий Сергеевич** – КФ МГТУ им. Баумана. E-mail: [iu4-kf@mail.ru](mailto:iu4-kf@mail.ru)

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ ПАРСИНГА

*В современном мире данные являются одним из самых ценных ресурсов, особенно в контексте развития цифровой экономики. Сбор, обработка и анализ данных являются необходимыми компонентами многих бизнес-процессов, научных исследований и государственных программ. Однако, процесс сбора данных может быть довольно трудоемким и затратным, особенно если необходимо обработать большие объемы информации, которые находятся в открытом доступе в сети Интернет.*

*В связи с этим, существует необходимость в эффективных инструментах для автоматизации процесса сбора данных. В данной работе рассматривается один из таких инструментов - средства парсинга, которые позволяют автоматически собирать и анализировать данные с различных веб-страниц. Выбор данной темы обусловлен актуальностью проблемы сбора данных в условиях растущего объема информации в интернете.*

**Ключевые слова:** *обработка больших объёмов данных, инструменты автоматизации, регулярные выражения, парсинг HTML данных, веб-скрейпинг, сбор статистических данных*

### Методы сбора данных

Сбор данных в сфере парсинга является процессом извлечения информации из веб-страниц и других источников в Интернете. Существует несколько методов сбора данных, которые могут быть использованы для сбора информации с веб-сайтов и других источников:

- Ручной сбор данных. Включает в себя извлечение информации с веб-страниц или других источников. Является наиболее трудоёмким методом, поскольку требует большого количества времени и усилий.

- Сбор данных с использованием регулярных выражений. Использование регулярных выражений также является одним из методов сбора данных в сфере парсинга. Этот метод включает поиск и извлечение информации из текстового контента на основе заданных шаблонов и правил, определенных в регулярных выражениях.

- Использование средств парсинга. Средства парсинга – это программные библиотеки, которые позволяют получать данные из веб-страниц. Существует множество библиотек для различных языков программирования, таких как Python, Java, C# и другие. Наиболее популярными средствами парсинга являются BeautifulSoup, lxml и Scrapy.

- Использование API. Метод сбора данных, который включает получение информации из открытых API, представляемых различными веб-сервисами. Этот метод может быть полезен для получения определенного набора данных с высокой точностью, однако не все данные доступны через API [1][2].

## Средства парсинга данных и принцип их работы

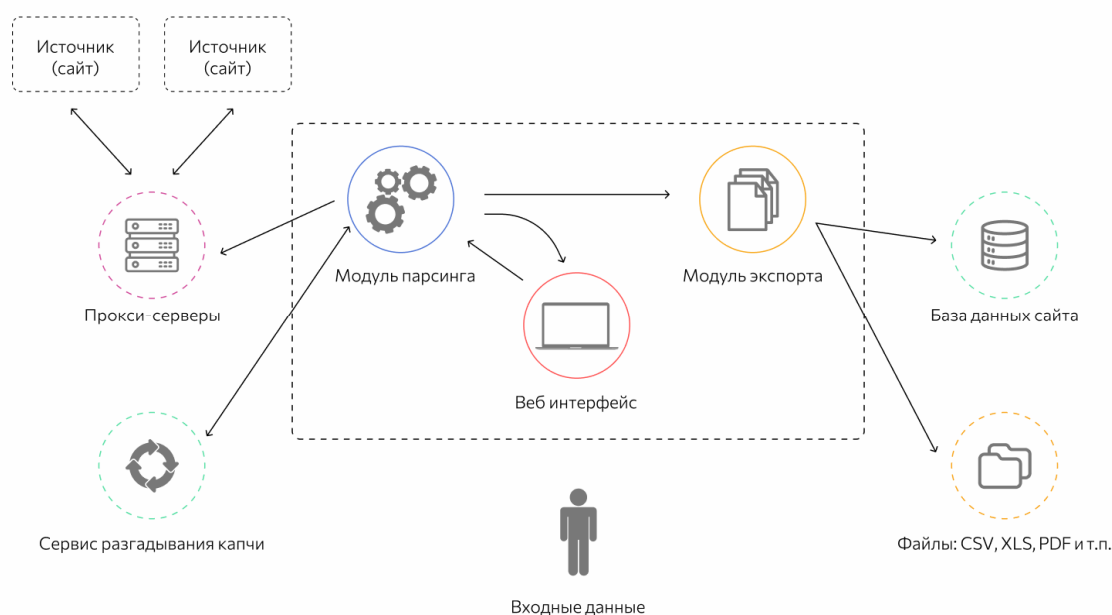
Существует большое количество различных средств парсинга данных, например:

- BeautifulSoup – это библиотека Python, которая используется для извлечения данных из HTML- и XML-документов. Она представляет удобный интерфейс для работы с данными, а также мощные инструменты для парсинга и обработки HTML-кода [3].

- Scrapy – это фреймворк Python для извлечения данных с веб-сайтов. Он представляет удобный интерфейс для создания и запуска веб-скриптов, которые могут автоматически обходить веб-сайты и собирать данные.

- Selenium – это инструмент для автоматизации веб-браузера, который может использоваться для сбора данных. Он позволяет автоматически выполнять действия на веб-страницах, например, заполнять формы и нажимать кнопки.

- Pandas – это библиотека Python для анализа данных, которая также может использоваться для сбора данных. Она позволяет загружать данные из различных источников, включая веб-страницы, и представляет удобные инструменты для обработки и анализа этих данных.



**Рис. 1.** Схема работы парсера

Общий принцип работы средств парсинга можно увидеть на рис. 1 [4]:

1. Загрузка веб-страницы;
2. Анализ структуры HTML-кода веб-страницы;
3. Извлечение нужных данных из HTML-кода;
4. Обработка данных и сохранение в нужном формате.

### Производительность сбора данных с использованием и без использования средств парсинга

Стоит отметить, что использование средств парсинга требует определенных знаний и навыков программирования, а также может потребовать дополнительных затрат на приобретение или разработку необходимых инструментов.

Кроме того, существует определенный риск ошибок при работе с парсерами, например, из-за изменения структуры веб-страницы.

Для проведения экспериментов был выбран язык программирования Python и библиотеки BeautifulSoup и requests. В качестве источника данных был выбран сайт крупного интернет-магазина.

Сначала был написан скрипт для сбора данных без использования средств парсинга. Скрипт загружал веб-страницы и извлекал нужные данные из HTML-кода с помощью регулярных выражений. Затем был написан скрипт, который использовал средства парсинга BeautifulSoup для сбора данных.

Эксперименты были проведены на компьютере с процессором Intel Core i5, 8 Гб оперативной памяти и операционной системой Windows 10. Было произведено 100 запусков каждого скрипта, и определено среднее время выполнения.

Результаты экспериментов показали, что использование средств парсинга значительно увеличивает производительность сбора данных. Среднее время выполнения скрипта без использования средств парсинга составило 6,5 секунды, а со средствами парсинга - 1,5 секунды.

### **Заключение**

Использование средств парсинга приводит к значительному увеличению производительности сбора данных и обработки информации из различных источников. С развитием технологий средства парсинга будут продолжать играть ключевую роль в автоматизации и оптимизации процессов сбора и обработки больших объёмов данных. Однако, для достижения наилучших результатов необходимо выбирать подходящие средства парсинга и методы их применения, а также учитывать возможные проблемы с этической точки зрения и проблемы совместимости с различными источниками данных.

### **Список литературы**

[1]. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021616002 Российская Федерация. Программа сбора и обработки статистических данных для системы принятия управленческих решений : № 2021614920 : заявл. 09.04.2021 : опубл. 15.04.2021 / Т. В. Жашкова, Е. А. Колобова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный технологический университет». – EDN FSALOF.

[2]. Пачковский, П. В. Автоматизированная информационная система сбора и обработки медико-статистических данных / П. В. Пачковский, Н. Б. Бабичева // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 мая 2015 года / Под общей редакцией М.В. Темлянцева. Том Часть IV. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2015. – С. 383-385. – EDN UZSNRL.

[3]. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019666310 Российская Федерация. Программа для сбора статистических данных по торгам криптовалютами : № 2019664968 : заявл. 20.11.2019 : опубл.

06.12.2019 / В. Е. Зямалов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации». – EDN GKTIFE.

[4]. Принцип работы средств парсинга [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://semantica.in/blog/что-такое-parser.html> (дата обращения 04.04.2023)

**Панченко Артём Петрович** – студент ИУК5-82Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: pap19ki156@student.bmstu.ru

**Вершинин Евгений Владимирович** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vershinin@bmstu.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ FEATURE-SLICED DESIGN В РАЗРАБОТКЕ КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

*В данной статье рассматривается современная методология разработки клиентской части веб-приложений. Рассматривается концепция и структура архитектуры FSD, ее достоинства и недостатки. Приводятся особенности при миграции проектов на современную методологию разработки.*

**Ключевые слова:** методология, архитектура, Feature-Sliced Design, веб-приложения

**Введение.** Веб-приложения имеют огромную популярность в наше время. От простых одностраничных сайтов с красивым дизайном до сложных многофункциональных сервисов, обрабатывающих одновременно заявки людей со всего мира – все они пользуются спросом в любой сфере жизни.

При создании веб-приложений применяется множество способов упростить разработку: использование сторонних фреймворков и библиотек, систем контроля версий и так далее. Но одним из основных путей задать структуру приложению, облегчить работу в команде и добавление нового функционала является применение одной из методологий, или архитектур. [4]

Обычно веб-приложения делят на серверную и клиентскую части. Если для серверной архитектурные подходы давно описаны и известны, то для клиентской части никогда не декларировались какие-нибудь методологии организации кода приложения. [4]

Но в последнее время эта тенденция поменялась в пользу распространения относительно новых архитектурных подходов. [4]

**Концепция FSD.** Рассмотрим новую методологию Feature-Sliced Design, которая была вдохновлена Atomic Design.

Архитектура FSD придерживается следующей структуры построения клиентской части веб-приложений: основной проект состоит из слоев (layers). Их всего семь, и они обычно являются строго predetermined. Каждый слой состоит из слайсов (slices), которые делят слои на логические составляющие. А каждый слайс делится на сегменты (segments) по техническому назначению. [1] [2]

Проект представляет собой вертикальную структуру, в которой компоненты могут взаимодействовать только с нижними относительно себя слоями. Рассмотрим каждый слой в порядке снизу вверх:

1. Shared (разделяемый) – содержит в себе код, который может быть привязан только ко внешним библиотекам. Данный слой практически не связан с проектом предметно.

2. Entities (сущности) – содержит в себе бизнес-сущности, которые имеют прямое отношение к проекту.

3. Features (компоненты) – содержит в себе бизнес-логику, основанную на использовании бизнес-сущностей из предыдущего слоя.



4. Widgets (виджеты) – является композиционным слоем, собирающим в себе компоненты из предыдущих «этажей» в единые переиспользуемые компоненты.

5. Pages (страницы) – по примеру виджетов также является композиционным слоем, который собирает из компонентов предыдущих слоев полноценные страницы, по которым может переходить пользователь.

6. Processes (процессы) – содержит в себе логику, связанную со множеством страниц. К примеру, сюда можно отнести логику навигации или авторизации.

7. App (приложение) – является входной точкой приложения, обычно не содержит бизнес-логику.

**Правила FSD.** Данная методология распространяет конкретную идею – high cohesion and low coupling (высокая связность, но низкая связанность). [2]

Разработчики, применяющие подход FSD, должны стремиться к тому, чтобы компоненты и модули были распределены по их логическому или техническому применению. В этом случае части модулей, выполняющие одну задачу, должны располагаться в одном месте, а не разбросаны по всему проекту. [2]

При этом компоненты не должны быть хаотично связанными. То есть компоненты разных слоев не должны ссылаться друг на друга. Модули нижних слоев не должны использовать функционал из сегментов верхних уровней. Слайсы в пределах одного слоя также не должны использовать компоненты друг друга, за исключением слоя shared. [2]

При выполнении вышеприведенных правил проект остается хорошо организованным, и его компоненты будет легче переиспользовать, что лучшим образом сказывается на возможностях дальнейшей разработки приложения.

**Достоинства и недостатки FSD.** Среди преимуществ от использования архитектуры FSD можно отметить:

1. Гибкость проекта, позволяющая легко заменять и добавлять компоненты;
2. Стандартизация – изучение одного архитектурного подхода позволит разработчикам легче формировать команды и понимать друг друга;
3. Независимость от применяемых технологий – методология отлично работает при разработке как на всех известных фреймворках (React, Angular, Vue), так и на нативном JavaScript / TypeScript;
4. Возможность масштабировать проект и команду разработки;
5. Явные и контролируемые связи между слоями проекта позволяют не допускать неожиданных ошибок при разработке.

К недостаткам архитектуры FSD можно причислить:

1. Так как методология имеет достаточно строгие правила, то она имеет большой порог входа по сравнению с разработкой проекта без следования данному или любому другому подходу. Но при этом использование архитектуры позволит упростить разработку на поздних стадиях;
2. Не имеет строгого описания для структуры сегментов;
3. Возможно, при использовании FSD на небольших проектах, сложность разработки (особенно в одиночку) неоправданно возрастет.

**Нюансы при миграции.** Так как данная методология появилась недавно, но уже получила некоторую популярность, многие команды разработки желают перенести поддерживаемые приложения на новую архитектуру. В этом случае есть некоторые особенности, которые стоит учесть при миграции проекта с использованием подхода FSD.

При переносе приложения разработчик может столкнуться с двумя проблемами:

1. Сложность распределения реализованных функций и компонентов по слоям, слайсам и сегментам.

Чтобы упростить переход, его можно совершать в несколько стадий: сначала унифицируем код, то есть выделяем компоненты и функции в единые модули (компоненты к компонентам, страницы к страницам и так далее); далее выделяем слайсы и слои проекта, начиная с самого нижнего, то есть shared; здесь необходимо внимательно следить за ссылками между компонентами и не допустить нарушения правил методологии; когда были выделены слои и слайсы, необходимо делить их на сегменты, это будет завершающий этап миграции.

2. Циклические зависимости – проблема, возникающая обычно по причине большой концентрации ES-модулей в проекте, вследствие чего по вине IDE или разработчика компоненты могут ссылаться на свой же модуль в попытке достать другую функцию или компонент. [3]

Для недопущения такой ситуации есть правила, покрывающие примерно 99% подобных случаев:

- Модулям запрещено ссылаться друг на друга. Это достаточно примитивный пример циклической зависимости и при этом сложно устранимый, так как необходимо переписывать логику компонентов, обычно с введением нового; [3]
- Нельзя импортировать что-либо из реэкспортирующего файла, который является прямым потомком любого родительского модуля импортируемого файла; [3]
- В случае же если все равно проект не работает из-за проблем с циклической зависимостью, и ее не покрывают предыдущие правила, то тогда необходимо импортировать проблемный компонент напрямую из того модуля, где он был реализован. [3]

**Заключение.** Архитектура являются краеугольным камнем любого приложения.

Одной из самых новых методологий для организации клиентских веб-приложений является Feature Sliced Design. Она позволяет быть проекту хорошо масштабируемым и легко редактируемым, что повышает эффективность при разработке крупных приложений в команде.

### **Список литературы**

[1] Жуковский Олег Игоревич, Рыбалов Никита Борисович Архитектура корпоративной Web-ориентированной ГИС // Доклады ТУСУР. 2008. №2-2

(18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitektura-korporativnoy-web-orientirovannoy-gis> (дата обращения: 10.04.2023).

[2] Надейкина Л.А., Черкасова Н.И. Использование архитектурных паттернов и функциональной декомпозиции для повышения качества и надежности программного обеспечения // НиКа. 2016. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-arhitekturnyh-patternov-i-funktsionalnoy-dekompozitsii-dlya-povysheniya-kachestva-i-nadezhnosti-programmnogo> (дата обращения: 10.04.2023).

[3] Сидорова Елена Владимировна, Дмитриева Наталья Глебовна, Калинина Наталья Андреевна Решение задачи построения графа зависимостей программных модулей в системе node. JS // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2019. №4 (127). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-zadachi-postroeniya-grafa-zavisimostey-programmnyh-moduley-v-sisteme-node-js> (дата обращения: 09.04.2023).

[4] Сукиасян Владимир Мартунович, Придиус Екатерина Сергеевна Современные принципы и подходы к Frontend архитектуре веб-приложений // Наука, техника и образование. 2019. №10 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-printsipy-i-podhody-k-frontend-arhitekture-veb-prilozheniy> (дата обращения: 09.04.2023).

**Котенко Никита Алексеевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [nikita\\_kot2@mail.ru](mailto:nikita_kot2@mail.ru)

**Гагарин Ю.Е.** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [gagarin\\_je@bmstu.ru](mailto:gagarin_je@bmstu.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОТОКОЛА MODBUS НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ**

Автоматизация является одним из ключевых элементов в современной промышленности. В рамках этого процесса микроконтроллеры играют важную роль в управлении и мониторинге различных процессов. Modbus, в свою очередь, является одним из наиболее распространенных протоколов связи, используемых для передачи данных в промышленных сетях и его использование в сочетании с микроконтроллерами открывает новые перспективы для использования микроконтроллеров в промышленной автоматизации и предоставляет возможность разработки новых приложений, которые могут быть внедрены в различных отраслях промышленности.

Основной особенностью протокола Modbus является его простота и удобство в использовании. Протокол поддерживает различные форматы передачи данных, включая двоичный, ASCII и RTU, что позволяет использовать его на различных устройствах. Кроме того, Modbus предоставляет возможность передачи данных в реальном времени, что очень важно для промышленных приложений.

Использование микроконтроллеров с реализацией Modbus может существенно упростить и ускорить процесс разработки программного обеспечения для систем промышленной автоматизации, а также повысить надежность и производительность таких систем. Кроме того, использование микроконтроллеров может быть выгодным с экономической точки зрения, так как они являются более доступными и компактными, чем компьютеры и серверы.

Однако, реализация Modbus на микроконтроллерах может представлять технические и технологические вызовы, связанные с ограничениями ресурсов микроконтроллера и необходимостью оптимизации кода. Поэтому, исследование возможности реализации Modbus на микроконтроллерах является актуальным и важным направлением разработки систем промышленной автоматизации, и может способствовать повышению эффективности и конкурентоспособности таких систем в промышленности.

### **Постановка задачи**

Целью данной работы является исследование возможности реализации протокола Modbus на микроконтроллерах. При этом ставится задача проведения исследования по различным аспектам, связанным с реализацией Modbus на микроконтроллерах, таким как выбор оборудования, использование библиотек и алгоритмов, оценка производительности и оптимизация.

### **Описание методов исследования**

Для достижения поставленной цели были выбраны следующие методы исследования:

- *Обзор литературы.* Был проведен анализ научных статей, книг и документации, связанных с протоколом Modbus и его реализацией на микроконтроллерах.

- *Эмуляция протокола Modbus на персональном компьютере (ПК).* Была проведена эмуляция протокола Modbus на ПК с помощью специальных программных средств, чтобы проверить корректность работы протокола.

- *Разработка и тестирование программного обеспечения на микроконтроллерах.* Было разработано программное обеспечение для реализации протокола Modbus на различных типах микроконтроллеров. После разработки были проведены тесты на соответствие протоколу Modbus.

- *Сравнение эффективности работы протокола на разных типах микроконтроллеров.* Было проведено сравнение производительности протокола на разных типах микроконтроллеров с помощью измерения времени ответа на запросы.

- *Оценка преимуществ и недостатков различных подходов к реализации Modbus на микроконтроллерах.* Были выделены основные преимущества и недостатки различных подходов к реализации протокола Modbus на микроконтроллерах на основе результатов тестирования.

Использование данных методов позволило получить полную картину возможностей реализации протокола Modbus на микроконтроллерах и определить наиболее эффективные подходы для конкретных задач.

### **Подходы к реализации Modbus на микроконтроллерах**

*Программная реализация.* Этот подход предполагает написание программного кода для реализации протокола Modbus на микроконтроллере. Он наиболее гибкий и универсальный, так как позволяет настроить протокол под конкретные потребности системы. Однако, программная реализация может быть достаточно трудоемкой и требовать определенных знаний и навыков в области программирования

*Использование специализированных библиотек.* Существует множество готовых библиотек для реализации протокола Modbus на микроконтроллерах, которые могут значительно упростить и ускорить разработку системы. Этот подход наиболее распространен и подходит для разработки простых систем.

*Использование аппаратных модулей.* Некоторые микроконтроллеры имеют встроенные аппаратные модули для работы с протоколом Modbus, что позволяет значительно ускорить передачу данных и снизить нагрузку на процессор микроконтроллера. Однако, такие модули могут быть недоступны на более дешевых моделях микроконтроллеров.

*Использование специализированных модулей связи.* Этот подход предполагает использование специализированных модулей связи для реализации протокола Modbus на микроконтроллере. Такие модули обычно имеют большую скорость передачи данных и надежность, однако могут быть дороже и требовать дополнительной настройки.

Выбор подхода к реализации Modbus на микроконтроллере зависит от конкретной задачи и требований к системе.

### **Обобщенный метод реализации Modbus на микроконтроллерах**

Процесс реализации протокола Modbus на микроконтроллерах может различаться в зависимости от выбранного подхода и используемого оборудования. Однако, общие шаги, которые можно выделить в процессе реализации Modbus на микроконтроллерах, включают следующее:

1. *Подключение и настройка оборудования.* Необходимо выбрать микроконтроллер и подключить его к компьютеру с помощью USB-адаптера. Затем, необходимо установить среду разработки (IDE) и необходимые библиотеки для работы с протоколом Modbus.

2. *Настройка параметров подключения.* Для работы с протоколом Modbus необходимо настроить параметры подключения, такие как скорость передачи данных, формат кадра, адрес устройства и т.д.

3. *Реализация протокола Modbus на микроконтроллере.* Необходимо написать код, который позволит микроконтроллеру работать с протоколом Modbus, включая обработку запросов и отправку ответов. Для этого могут использоваться готовые библиотеки или реализация протокола "с нуля".

4. *Тестирование и отладка.* После реализации протокола на микроконтроллере, необходимо провести тестирование и отладку, чтобы убедиться в правильности работы. Для этого можно использовать программное обеспечение для эмуляции Modbus на ПК и подключить микроконтроллер к нему.

5. *Интеграция с другими устройствами.* После тестирования и отладки, можно интегрировать микроконтроллер с другими устройствами, использующими протокол Modbus. Для этого могут потребоваться дополнительные настройки и изменения в коде.

6. *Оптимизация и улучшение производительности.* После интеграции с другими устройствами, можно провести оптимизацию и улучшение производительности, если это необходимо.

Общий процесс реализации Modbus на микроконтроллерах включает в себя настройку оборудования и параметров подключения, реализацию протокола на микроконтроллере, тестирование и отладку, интеграцию с другими устройствами и оптимизацию производительности.

### **Заключение**

Проведенное исследование показало, что реализация протокола Modbus на микроконтроллерах возможна и эффективна в различных сферах применения, таких как автоматизация промышленных процессов и управление системами безопасности. Были рассмотрены различные подходы к реализации протокола, и проведено сравнение их преимуществ и недостатков. Однако, существует необходимость дальнейшего исследования в области оптимизации реализации и повышения эффективности передачи данных. Результаты такого исследования

могут быть использованы для проектирования и разработки систем, основанных на протоколе Modbus на микроконтроллерах.

Для дальнейших исследований рекомендуется:

- Рассмотреть возможность оптимизации реализации протокола Modbus на микроконтроллерах для повышения эффективности передачи данных.
- Исследовать возможности использования протокола Modbus на микроконтроллерах в более широком спектре приложений, включая медицинское оборудование, транспортные средства и т.д.
- Оценить возможности интеграции протокола Modbus на микроконтроллерах с другими протоколами для обеспечения более широких возможностей взаимодействия с различными системами.

### **Список литературы**

[1]. Modbus Application Protocol Specification, V1.1b3, Modbus-IDA, December 28, 2004.

[2]. Modbus over Serial Line Specification and Implementation Guide, V1.02, Modicon Inc., 1996.

[3]. Протоколы и сети Modbus и Modbus TCP / В. Денисенко – Журнал «Современные технологии автоматизации», 2010, выпуск 4.

[4]. Введение в протокол Modbus [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.cta.ru/cms/f/385030.pdf>.

[5]. Silva, R. A., Lima, A. L., Carvalho, M. F., & Farias, M. C. Q. (2021). Implementation and testing of modbus protocol on a microcontroller for telemetry application. *Journal of Instrumentation*, 16(06), C06009.

**Романова Анна Александровна** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, АО "Тайфун". E-mail: [falsetheory@mail.ru](mailto:falsetheory@mail.ru)

**Чухраев Игорь Владимирович** – преподаватель, к.т.н., доцент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: [chukhraev@bmstu.ru](mailto:chukhraev@bmstu.ru)

## ВЫБОР МЕТОДОВ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРОВ

Проблема автоматического распознавания текстовой информации является актуальной задачей. Одной из таких задач является распознавание автомобильных номеров.

На сегодняшний день существует большое количество различных подходов к распознаванию автомобильных номеров. Классический алгоритм распознавания регистрационного знака в упрощенной форме можно представить в виде трех блоков, разделяющих задачу распознавания регистрационного знака на функциональные модули.

На рис. 1 представлена схема работы алгоритма распознавания регистрационного знака.



Рис 1. Алгоритм распознавания регистрационного знака по изображению

Предварительный поиск номера – обнаружение области, в которой содержится номер.

Нормализация номера – определение точных границ номера, нормализация контраста.

Распознавание текста – чтение всего, что нашлось в нормализованном изображении.

При достаточном освещении и нужном ракурсе номерной пластины алгоритм распознавания регистрационного знака работает без проблем. Но в реальной жизни возникают проблемы уже на этапе предварительного поиска номера из-за недостаточного освещения, ракурса или загрязненного номера.

Самым очевидным способом выделения номерной пластины является поиск прямоугольного контура. Данный способ реализует фильтрацию изображения для обнаружения границ, выделяют все найденные контуры, после чего производит их анализ[1].

Данный подход может дать удовлетворительные результаты только при высоком разрешении изображения и ровной границы контуров.

В реальных условиях хорошо себя показывают алгоритмы, которые используют обученный каскад Хаара. Он отлично справляется с задачей анализа области характерной для автомобильных номеров. Тестирование каскада Хаара на базе номеров, собранных зимой в центре Москвы, показало 90% правильных обнаружений номеров и 2-3% ложного захвата[2]. Поиск прямоугольного кон-



тура не способен показать подобный процент верных обнаружений по изображениям, при подобных условиях.

Основными преимуществами каскада Хаара является его скорость работы и возможность обрабатывать потоковые видео.

Одним из алгоритмов используемых каскад Хаара является Метод интегрального представления изображения по признакам Хаара (Метод Виолы-Джонса)

На сегодняшний день метод Виолы–Джонса является одним из самых востребованных методов, реализующих поиск объекта на изображении благодаря его высокой скорости и эффективности. В основе метода Виолы – Джонса лежат: интегральное представление изображения по признакам Хаара, построение классификатора на основе алгоритма адаптивного бустинга и способ комбинирования классификаторов в каскадную структуру. Эти идеи позволяют осуществлять поиск объекта в режиме реального времени [2].

Метод Виолы-Джонса использует на этапе обнаружения объекта окно определенного размера, перемещающееся по изображению. Для каждой области изображения, над которой прошло окно, рассчитывается признак Хаара, используемый для поиска нужного объекта. Работа метода Виолы-Джонса с применением каскада Хаара представлена на рис. 2.

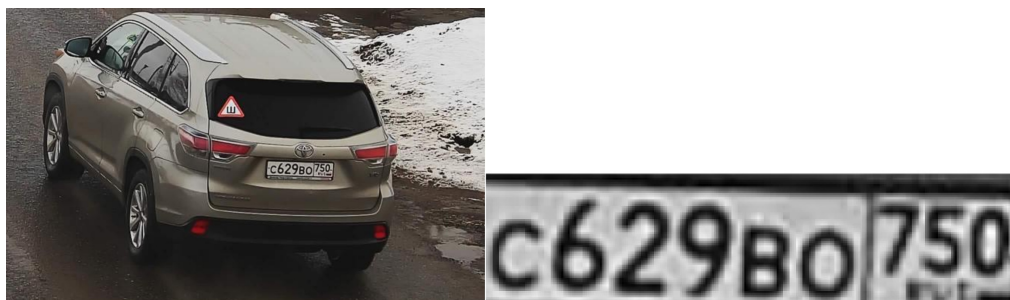


Рис 2. Результат работы метода Виолы-Джонса

Признак Хаара вычисляется по смежным прямоугольным областям. В стандартном методе Виолы–Джонса используются примитивы прямоугольной формы, изображенные на рис. 3.

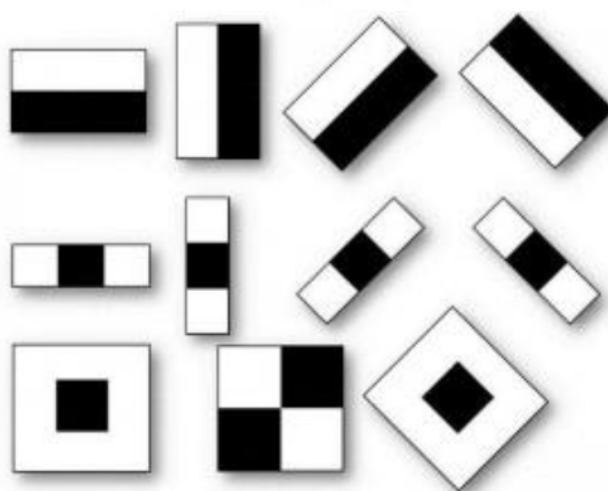


Рис 3. Примитивы Хаара

Признак Хаара вычисляется по следующей формуле:

$$F=X-Y$$

где:  $X$  – суммарная яркость точек, закрытых светлой частью примитива,  $Y$  – суммарная яркость точек, закрытых темной частью.

После нормализации номерной пластины нужно распознать символы на ней. Для этого используется Алгоритм распознавания текста с изображения или же оптическое распознавание символов (англ. optical character recognition, OCR) – это технология для автоматизации извлечения данных из печатного, письменного текста, отсканированного документа, файла изображения с целью последующего преобразования текста в машиночитаемую форму.

OCR состоит из следующих шагов:

- предобработка;
- сегментация;
- выделение признаков;
- распознавание символов или классификация;
- постобработка и исправления ошибок распознавания.

Все эти шаги выполняются последовательно и представлены на рис. 4.

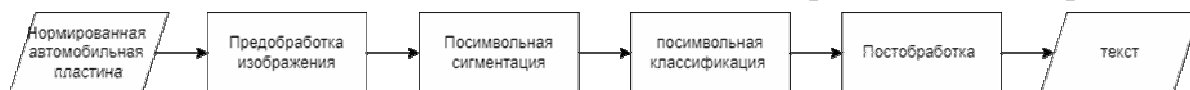


Рис 4. Последовательность работы алгоритма распознавания текста

Шаг предобработки включает в себя обработку и выделение необходимой информации. На этом этапе происходит очистка от шумов для выделения символов на фоне. Лучше всего с этим справляется бинаризация изображения, при которой точно выделяется текст и убирается фон.

Следующим шагом нужно провести сегментацию изображения и выделить полезную информацию из изображения с последующей ее обработкой.

Алгоритм сегментации. Сегментация изображения [3] – это выделение полезной информации из изображения, с последующей ее обработкой. Сегментация в области распознавания текста состоит из нескольких этапов:

- сегментация строк – выделить на изображении линиями фрагменты слов;
- сегментация слов – выделение слов, выделяем отдельные фрагменты изображений, где присутствуют слова;
- сегментация символов – разделяется распознанное изображение слова на символы.

Классификация позволяет распознать символ из изображения и перевести его в машиночитаемый формат. Существуют разные виды алгоритмов распознавания, самыми популярными являются:

- шаблонные алгоритмы;
- признаковые алгоритмы;
- нейросетевые алгоритмы.

Шаблонные алгоритмы. Суть метода заключается в том, что идет сравнение каждого символа с шаблонами из базы. Наиболее подходящим шаблоном считается тот, у которого будет наименьшее количество точек, отличных от ис-

следуемого изображения. Шаблоны для каждого символа обычно получаются усреднением изображений символов обучающей выборки. У данного алгоритма высокая точность распознавания текста, а недостатком является то, что нельзя распознать другой шрифт, который отличается от заложенного в систему. Данный метод должен заранее знать шрифт, который он распознает, именно этот момент ограничивает универсальность шаблонных алгоритмов.

Признаковые алгоритмы. Признаковый метод состоит в том, что изображение представляется как N-мерный вектор признаков. Распознавание заключается в сравнение его с набором эталонных векторов той же размерности. Принятие решение о схожести образа к определенному символу строится на основании математических решений в рамках детерминистического и вероятностного подходов. В системе распознавания данного метода используется классификация, основанная на подсчете евклидова расстояния между вектором признаков распознаваемого символа и векторами признаков эталонного описания. Количество и тип признаков могут определить качество распознавания. Создание вектора происходит во время анализа изображения, такой процесс называют извлечением признаков. Эталонные векторы для символов получают аналогичной обработкой символов обучающей выборки.

Главные достоинства признаковых методов – это простота их реализации, хорошая устойчивость к изменениям формы символов, низкое количество ошибок при распознавании, высокое быстродействие. Самые главные недостатки данного алгоритма – неустойчивость к различным дефектам изображения, например шум, а также на этапе извлечения признаков из символа происходит потеря основной информации, извлечение ведется независимо, из-за чего расположение элементов символа утрачивается.

Нейросетевые алгоритмы. С развитием машинного обучения, а также нейронных сетей, все чаще для распознавания символов используют алгоритмы, построенные с помощью нейронных сетей глубокого обучения. Существует много моделей классификаторов распознавания текста, но всегда в качестве базовых архитектур используются сверточные нейронные сети, а также функционал сохранения и накопления результата распознавания, и рекуррентная сеть для распознавания. Входными данными для нейросетевого метода являются изображения строк и слов. Выходными данными – символы, идущие по порядку, формирующие машинный текст. Модель классификатора представлена на рис. 5.



Рис 5. Архитектура нейросетевого классификатора

На последнем этапе используется слой СТС, который построен на базе нейронной сети, для решения проблем последовательности, основная его задача в OCR – это сохранение последовательности вводимых символов.

Основные недостатки – текст должен быть в вертикальном положении, сложность подбора обучающей выборки. Основные достоинства – это высокая

скорость и обобщённость. Именно поэтому данный метод сейчас используется в разных современных системах распознавания текста.

Алгоритм постобработки. Во многих системах OCR результат, получаемый после классификации, не считается достаточным. Необходимо использовать контекстную информацию, которая позволяет не только находить ошибки, но и исправлять их. Существуют разные методы осуществления постобработки, например, глобальные и локальные позиционные диаграммы, триграммы, n-граммы, словари и различные сочетания всех этих методов. Самым популярным подходом является словарь.

В данной научной работе рассмотрены два метода нормализации номерной пластины при автоматической системе распознавания номеров. Первый метод требует высокого разрешения изображения. Он заключается в обнаружении прямоугольного контура и производстве фильтрации найденных границ. Вторым - это метод Виолы-Джонса, включающий в себя применение высокоскоростного каскада Хаара и возможность обработки потоковых видео.

Также были рассмотрены три классификации распознавания регистрационных знаков, позволяющих переводить номера в машиночитаемый формат. Первым является шаблонный метод с высокой точностью распознавания, однако он требует шрифт определенного формата. Вторым - Признаковый метод, простой в реализации, но имеющий неустойчивость к дефектам изображения. Третьим методом является Нейросетевой. В нем используются нейросети глубокого обучения, которые позволяют накапливать результат распознаваний и сохранять последовательность вводимых символов, при этом сохраняя высокую скорость.

Таким образом, оптимальными методами для решения проблемы распознавания номеров будут: Метод Виолы-Джонса для нормализации автомобильной пластины, эффективен он из-за его точности и скорости работы, а также классификатор нейросетевого метода, с возможностью работы в реальном времени для распознавания текста с нормализованной пластины.

### **Список литературы**

[1]. Бобров, К. А. Анализ технологий распознавания текста из изображения / К. А. Бобров, В. Д. Шульман, К. П. Власов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 3-2(66). – С. 124-128. – DOI 10.24412/2500-1000-2022-3-2-124-128. – EDN QPCEMR.

[2]. Саверский, В. О. Использование детектора Хаара для распознавания автомобильных номеров / В. О. Саверский // StudNet. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 235-243. – EDN NPPFCF.

[3]. Семенов, М. Е. Выбор модели биологической нейронной сети для сегментации изображения биожидкостной поверхности / М. Е. Семенов, Т. Ю. Заблочкая // Vestnik KRAUNC. Fiziko-Matematicheskie Nauki. – 2019. – Vol. 26, No. 1. – P. 78-93. – DOI 10.26117/2079-6641-2019-26-1-78-93. – EDN GBBQZU.

**Потапенков Никита Сергеевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: niki.potapenkov@gmail.com

**Вершинин Евгений Владимирович** – канд. физ.-мат. наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vershinin@bmstu.ru

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАНЖИРОВАНИЯ СОИСКАТЕЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА LAMBDA MART

*В связи с увеличением нагрузки на отделы кадров предприятий, в связи с изменениями на рынке труда, актуальна тема повышения производительности труда рекрутеров. Для помощи в процессе найма новых специалистов можно использовать ранжирующие системы, позволяющие быстрее находить нужных кандидатов из откликнувшихся. В статье рассматривается применение метода LambdaMART для ранжирования соискателей на основе их резюме. Предлагается использовать простые эвристические алгоритмы для выбора кандидатов, генерацию матрицы особенностей и векторных представлений, а также механизм внимания для расчета скоры кандидатов. Описывается применение нейросетей и преимущества метода перед другими методами ранжирования. Предложены шаги, которые необходимо выполнить для реализации такой системы.*

**Ключевые слова:** ранжирование кандидатов, LambdaMART

По данным опроса, проведенным сервисом «Работа.ру» в 2022 году 71% опрошенных планирует сменить работу в текущем году[4]. В отдел кадров может поступать более 400 откликов на вакансию в течении получаса, при этом рассматриваются как правило не более 50. В таких условиях ручная обработка каждого резюме занимает много времени и сил. Это приводит к необходимости использования автоматизированных систем рекрутинга, которые могут помочь сократить затраты времени и повысить эффективность поиска кандидатов.

Одним из важных элементов таких систем является ранжирование соискателей на основе их соответствия вакансии. В этой задаче могут помочь нейросетевые модели, способные обрабатывать большие объемы информации и строить сложные зависимости между признаками кандидатов и вакансий. Однако, для эффективного использования нейросетей для задачи ранжирования, необходимо иметь хорошие метрики качества, которые могут оценить эффективность системы и помочь в ее улучшении. Одной из таких метрик является NDCG(Normalized Discounted Cumulative Gain), которая может оценить качество ранжирования на основе релевантности найденных соискателей для вакансии [3].

LambdaMART - это метод, позволяющий использовать градиентный бустинг над деревьями принятия решений для прямой оптимизации метрики NDCG[1]. Этот метод работает на основе замены градиента лосс-функции специально сконструированными значениями, называемыми лямбда-градиент, которые позволяют оптимизировать метрику NDCG в методе градиентного спуска.

Одной из главных причин применения такого подхода является его высокая точность в решении задач ранжирования. Он показывает значительно луч-

шие результаты, чем многие другие методы, такие как SVM, случайный лес и логистическая регрессия.

Кроме того, LambdaMART является достаточно простым методом, который может быть легко реализован в популярных библиотеках, таких как LightGBM и XGboost, что делает его доступным для широкого круга пользователей. Применение этого метода для ранжирования кандидатов может улучшить точность подбора, увеличить количество успешных наймов и снизить количество времени, затраченного на поиск подходящих кандидатов[2]. Также этот метод может использоваться для ранжирования в других областях, таких как поисковые системы или рекомендательные системы.

Решение представляет собой алгоритм машинного обучения для ранжирования объектов, основанный на градиентном бустинге над решающими деревьями. Он используется для оптимизации метрики NDCG (нормированного усредненного кумулятивного выигрыша) - одной из наиболее популярных метрик ранжирования.

Идея метода заключается в том, чтобы обучить модель, которая будет учитывать не только релевантность отдельных объектов, но и их порядок. Для этого используется функция потерь, которая вычисляется как сумма по всем объектам разницы между предсказанным и реальным порядком объектов, взвешенная на значимость каждого объекта.

Ключевая особенность метода заключается в том, что он использует лямбда-градиенты для оптимизации функции потерь[5]. Лямбда-градиенты - это специальные значения, которые позволяют заменить градиент лосс-функции на специально сконструированный градиент, используя которые в методе градиентного спуска можно оптимизировать метрику NDCG.

Существуют примеры реализации этого метода для обучения нейросетей и применения их для решения задач ранжирования. В данном контексте, для применения метода LambdaMART к ранжированию соискателей, можно использовать векторные представления резюме и других данных, таких как опыт работы, образование и т.д. Затем, можно создать матрицу особенностей для каждого кандидата и применить метод для оптимизации функции потерь и расчета скоров для каждого кандидата.

Таким образом, решение представляет собой эффективный и надежный инструмент для задач ранжирования, включая ранжирование соискателей на вакансии. Для применения метода для ранжирования соискателей на основе их резюме предлагается выполнить следующие шаги:

1. Сбор и подготовка данных. Необходимо собрать данные о соискателях, которые подали свои резюме на работу. Данные могут содержать информацию о профессиональном опыте, образовании, навыках и других параметрах, которые могут быть важны для оценки кандидата. Важно убедиться, что данные являются достоверными и корректными, чтобы не исказить результаты ранжирования.

2. На следующем шаге необходимо создать матрицу особенностей, которая будет содержать значения всех параметров для каждого соискателя. Эта матри-

ца будет использоваться для обучения модели ранжирования. Необходимо также выбрать метрику качества, которую мы будем оптимизировать, например, NDCG.

3. После создания матрицы особенностей мы можем обучить модель ранжирования на основе метода LambdaMART. Для этого необходимо выполнить следующие шаги:

4. Разбить данные на обучающую, валидационную и тестовую выборки. Создать наборы признаков и целевых значений на основе матрицы особенностей и метрики качества.

5. Обучить модель при помощи метода градиентного бустинга над деревьями принятия решений, используя лямбда-градиент для оптимизации метрики качества.

6. После обучения модели необходимо оценить ее качество. Для этого можно использовать метрику качества, которую мы выбрали на втором шаге. Например, можно рассчитать NDCG для тестовой выборки и сравнить с результатами для других моделей.

7. Последний шаг заключается в применении модели ранжирования для расположения соискателей на первых строках выдачи. Для этого необходимо использовать матрицу особенностей каждого соискателя и предсказанные значения модели ранжирования. Соискатели с более высокими значениями должны быть расположены выше в выдаче.

Такой подход для ранжирования соискателей на основе их резюме является одним из примеров успешного применения машинного обучения в HR-сфере. Это позволяет существенно улучшить процесс подбора персонала и повысить эффективность работы отдела кадров.

Этот метод позволяет обучить модель на основе градиентного бустинга, используя оптимизацию метрики NDCG. В сочетании с глубокими нейронными сетями, такие подходы позволяют эффективно решать задачи ранжирования. Кроме того, предложенный метод имеет широкие возможности для применения в других областях, связанных с ранжированием и рекомендациями.

### **Список литературы**

[1] Николенко С. И., Кадурын А, Архангельская Е. В. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей – Санкт Петербург: Питер, 2018.-481 с.

[2] Luo, J., & Zhao, S. (2019) A Survey of Learning-to-Rank Algorithms and Applications. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 31(10), 1905-1925.

[3][https://hh.ru/article/28?from=footer\\_new&hhtmFromLabel=footer\\_new&hhtmFrommain](https://hh.ru/article/28?from=footer_new&hhtmFromLabel=footer_new&hhtmFrommain) (дата обращения – 04.04.2023)

[4] <https://rabota.ru/about/> (дата обращения – 03.04.2023)

[5] Collier K., Pritchett S. The Robot-Proof Recruiter: A Survival Guide for Recruitment and Sourcing Professionals – New York: PrimeDeals, 2019.-272 с.



**Шошин Никита Олегович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: shoshin.nikita@mail.ru

**Чухраев Игорь Владимирович** – преподаватель, к.т.н., доцент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: chukhraev@bmstu.ru

## МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ VPN

*В данной статье рассмотрены различные подходы к построению VPN, включая программное обеспечение, сетевые операционные системы, специальные аппаратные средства и маршрутизаторы. Описаны построения сетей для различных методов. Статья предназначена для тех, кто хочет настроить VPN в своей сети и ищет наиболее подходящий способ реализации.*

**Ключевые слова:** VPN, маршрутизаторы, программное обеспечение, операционная система, аппаратные средства

Существует множество вариантов построения VPN, но при выборе подходящего решения необходимо учитывать факторы производительности средств, используемых для построения VPN. Например, если маршрутизатор уже работает на пределе своих возможностей, то добавление туннелей VPN и применение шифрования/дешифрования информации может привести к сбоям в работе всей сети, так как маршрутизатор не сможет обрабатывать даже обычный трафик, не говоря уже о VPN. Рассмотрим некоторые варианты построения VPN.

**VPN на базе маршрутизаторов. Один из способов обеспечения безопасного удаленного доступа к корпоративным ресурсам и защиты интернет-трафика от несанкционированного доступа это VPN базе маршрутизаторов. В такой схеме маршрутизаторы играют роль VPN-шлюзов, которые обеспечивают шифрование и аутентификацию трафика, проходящего через сеть [1].**

Для построения VPN на базе маршрутизаторов необходимо выполнить следующие шаги:

- Определить необходимый объем трафика и требования к безопасности — это поможет выбрать соответствующее оборудование и настроить его.
- Выбрать протокол VPN - существуют различные протоколы VPN, такие как PPTP, L2TP и OpenVPN. Каждый из них имеет свои особенности и преимущества, поэтому выбор зависит от требований к безопасности, скорости и стоимости.
- Выбрать маршрутизаторы - необходимо выбрать маршрутизаторы, поддерживающие выбранный протокол VPN. Маршрутизаторы должны иметь достаточную производительность и поддерживать шифрование данных.
- Настроить маршрутизаторы - настройка маршрутизаторов включает в себя создание VPN-туннелей, настройку параметров безопасности (шифрование, аутентификация и т.д.), а также настройку правил маршрутизации трафика.
- Проверить работоспособность VPN - после настройки маршрутизаторов необходимо проверить работоспособность VPN, отправив тестовый трафик через VPN-туннель и убедившись, что данные шифруются и передаются без ошибок.

Построение VPN на базе маршрутизаторов позволяет обеспечить безопасность удаленного доступа к корпоративным ресурсам и защитить интернет-трафик от несанкционированного доступа. Однако, для успешной реализации проекта необходимо учитывать все особенности сетевой инфраструктуры и требования к безопасности.

Также стоит учесть при построении VPN такие аспекты как:

- Необходимо определить права доступа для пользователей, которые будут подключаться к VPN. Это может быть реализовано с помощью установки ограничений на доступ к определенным ресурсам и приложениям.

- Необходимо следить за обновлениями безопасности и обновлять маршрутизаторы и другое оборудование, чтобы обеспечить защиту от новых угроз.

- Необходимо регулярно создавать резервные копии конфигурации маршрутизаторов, чтобы в случае сбоя восстановить работоспособность системы быстро и без потери данных.

VPN на базе программного обеспечения. **Один из методов создания VPN — это использование программных решений, которые предполагают использование специализированного программного обеспечения на выделенном компьютере, выполняющего роль прокси-сервера. Такой компьютер может находиться за брандмауэром и обеспечивает безопасное соединение между двумя или более узлами в Интернете [2].**

Следующим подходом к построению VPN являются программные решения. При реализации такого решения используется специализированное программное обеспечение, которое работает на выделенном компьютере, и в большинстве случаев выполняет роль прокси-сервера. Компьютер с таким программным обеспечением может быть расположен за брандмауэром.

**Для построения VPN на базе программного обеспечения существуют различные решения, которые можно использовать в зависимости от задач, которые необходимо решить. Одно из самых популярных решений для построения VPN на базе программного обеспечения — это OpenVPN.**

**OpenVPN — это открытое программное обеспечение, которое позволяет установить VPN-соединение между двумя или более узлами в Интернете. Оно поддерживает шифрование и авторизацию с использованием сертификатов, а также предоставляет гибкие настройки безопасности и конфигурации.**

**Для построения VPN на базе OpenVPN необходимо установить сервер OpenVPN на одном узле, который будет работать как VPN-сервер, и клиентское приложение на другом узле, который будет работать как VPN-клиент. Для установки OpenVPN необходимо скачать и установить соответствующий пакет программного обеспечения на оба узла.**

**После установки сервера и клиента OpenVPN необходимо настроить соединение между ними. Для этого необходимо создать конфигурационный файл на сервере OpenVPN, указав в нем настройки безопасности, используемые протоколы и ключи шифрования. Затем нужно создать конфигу-**

рационный файл на клиенте OpenVPN и указать параметры подключения к серверу.

После создания конфигурационных файлов необходимо запустить сервер OpenVPN на сервере и клиентское приложение на клиенте. После успешного подключения клиента к серверу можно начинать передачу данных по защищенному каналу VPN.

Важно отметить, что для обеспечения безопасности VPN-соединения необходимо следить за обновлением программного обеспечения и использовать надежные методы шифрования и аутентификации. Также необходимо использовать сильные пароли и управлять доступом к VPN-серверу, чтобы предотвратить несанкционированный доступ к данным, передаваемым по VPN-соединению.

VPN на базе сетевой операционной системы. Для построения VPN на базе сетевой операционной системы (ОС) можно использовать такие ОС, как Windows Server, Linux или FreeBSD, которые предоставляют встроенные инструменты для создания VPN-соединений [3].

Windows Server, например, предоставляет возможность настроить VPN-сервер с помощью функции Routing and Remote Access. Чтобы создать VPN-сервер в Windows Server, необходимо установить и настроить эту функцию, указав параметры шифрования и аутентификации, а также определить список пользователей, которые могут получить доступ к VPN-серверу. Затем можно создать конфигурационный файл для VPN-клиентов, который содержит необходимые параметры для подключения к VPN-серверу.

Linux и FreeBSD также имеют встроенные инструменты для создания VPN-серверов, такие как OpenVPN, PPTP и L2TP/IPSec. Для настройки VPN-сервера на Linux или FreeBSD необходимо установить соответствующее программное обеспечение, которое поддерживает выбранные протоколы, и настроить его в соответствии с требованиями безопасности. После этого можно создать конфигурационный файл для VPN-клиентов, который содержит параметры для подключения к VPN-серверу.

VPN на базе аппаратных средств. VPN-соединение можно построить на базе специальных аппаратных средств, таких как VPN-шлюзы, которые предназначены для обеспечения безопасной связи между несколькими локальными сетями через Интернет.

VPN-шлюзы работают как маршрутизаторы, но имеют дополнительные функции для обеспечения безопасности VPN-соединения. Они используют различные методы шифрования и аутентификации, такие как IPsec и SSL, чтобы защитить передаваемые данные от несанкционированного доступа. Кроме того, VPN-шлюзы могут предоставлять функции контроля доступа, такие как авторизация пользователей и аудит действий [4].

• Для создания VPN-соединения на базе VPN-шлюзов необходимо выполнить следующие шаги:

- Выбрать подходящий VPN-шлюз для вашей организации. Некоторые известные производители VPN-шлюзов включают Cisco, Juniper Networks, Fortinet, Check Point, SonicWall, и другие.

- Настроить VPN-шлюз с помощью специального программного обеспечения, которое поставляется с устройством. Настройки должны включать параметры шифрования, аутентификации, контроля доступа и другие параметры безопасности.

- Настроить VPN-клиенты, чтобы они могли подключаться к VPN-шлюзу. Это может быть выполнено через специальное программное обеспечение или интегрированное встроенное программное обеспечение на компьютерах пользователей.

**Заключение.** VPN — это важный инструмент для обеспечения безопасной связи между компьютерами и сетями через Интернет. VPN-соединение может быть построено на базе различных технологий, включая маршрутизаторы, программное обеспечение, сетевые операционные системы и специальные аппаратные средства.

При выборе технологии для построения VPN-соединения необходимо учитывать требования безопасности вашей организации, а также уровень сложности и стоимость реализации.

Независимо от выбранной технологии, необходимо убедиться в том, что VPN-соединение обеспечивает необходимый уровень защиты от несанкционированного доступа, а также имеет механизмы контроля доступа и аутентификации пользователей.

В целом, использование VPN-технологий может значительно повысить безопасность вашей организации и помочь защитить важные данные от киберугроз.

### **Список литературы**

[1]. Баринов, В.В. Компьютерные сети: Учебник / В.В. Баринов, И.В. Баринов, А.В. Пролетарский. - М. [Текст]: Academia, 2018. - 192 с.

[2]. Емельянова, Н.З. Защита информации в персональном компьютере [Текст]: Уч.пос / Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, 2017.

[3]. Грекул, В. И. Проектирование информационных систем: учебное пособие / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. — 3-е изд. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 299 с. — Текст: электронный — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97577.html>.

[4]. Олифер В. Г., Олифер Н. П. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: Учебник для вузов. 5-е изд. — СПб: Питер, 2016.

**Гришагин Леонид Сергеевич** – студент 1-го курса магистратуры кафедры информационных систем и сетей КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ya.leo.999@yandex.ru

**Лавренков Юрий Николаевич** – доцент, канд. техн. наук кафедры информационных систем и сетей КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: lavrenkov@bmstu.ru

## СРАВНЕНИЕ OPEN VPN И WIREGUARD

*VPN-протоколы, такие как OpenVPN и WireGuard, играют важную роль в обеспечении безопасности и защищенного подключения к Интернету. Независимо от выбора протокола, важно понимать, что использование VPN-соединения не обеспечивает полную безопасность и конфиденциальность в Интернете. Всегда нужно соблюдать основные правила безопасности в сети, такие как использование сильных паролей, установка обновлений и защита устройств от вредоносного ПО. В статье рассматриваются два популярных VPN-протокола - OpenVPN и WireGuard. Рассмотрены преимущества и недостатки каждого из протоколов, а также их особенности и возможности. Проведено сравнение между OpenVPN и WireGuard, чтобы помочь пользователям выбрать наиболее подходящий протокол для своих потребностей в безопасности, производительности и простоте использования.*

**Ключевые слова:** VPN, протоколы, OpenVPN, WireGuard.

### OpenVPN

OpenVPN — это бесплатный, открытый и широко используемый протокол виртуальной частной сети (VPN), который обеспечивает безопасный и зашифрованный туннель для передачи данных между удаленными компьютерами. Он работает на всех основных операционных системах, таких как Windows, Mac OS, Linux, Android и iOS [1].

Преимущества OpenVPN:

- **Гибкость:** OpenVPN может работать на различных портах и протоколах, что позволяет ему быть гибким в различных сетевых конфигурациях. Он может быть настроен для работы с множеством топологий сети, включая точка-точка, клиент-сервер и даже многоуровневую сеть.
- **Поддержка:** OpenVPN поддерживается большим сообществом, что позволяет быстро исправлять ошибки и улучшать производительность.
- **Простота использования:** OpenVPN имеет интуитивно понятный интерфейс, который позволяет быстро создавать и управлять VPN-соединениями.
- **Совместимость:** OpenVPN может работать на различных операционных системах и маршрутизаторах, что делает его совместимым с различными устройствами.

Недостатки OpenVPN:

- **Сложность настройки:** настройка OpenVPN может быть сложной для новичков, поскольку требуется знание основных принципов сетевой безопасности.
- **Системные требования:** для работы OpenVPN необходимо иметь мощный процессор и достаточное количество оперативной памяти, что может быть проблемой для устройств с ограниченными ресурсами.

- **Скорость:** OpenVPN может снижать скорость Интернет-соединения, особенно при использовании шифрования с высоким уровнем безопасности.

В целом, OpenVPN является надежным и безопасным протоколом VPN с высокой гибкостью и поддержкой сообщества. Несмотря на некоторые недостатки, OpenVPN остается одним из наиболее популярных протоколов VPN благодаря своей безопасности и гибкости.

**WireGuard.** WireGuard — это новый протокол виртуальной частной сети (VPN), который был разработан с упором на безопасность, производительность и простоту использования. Этот протокол был включен в ядро Linux 5.6 в марте 2020 года и получил широкое признание благодаря своей эффективности и надежности [2].

Преимущества WireGuard:

- **Быстрота и производительность:** WireGuard использует современные криптографические протоколы и алгоритмы, которые обеспечивают высокую скорость и производительность. В сравнении с другими протоколами VPN, такими как OpenVPN и IPSec, WireGuard показывает лучшие результаты в области производительности [3].

- **Простота использования:** WireGuard имеет простой интерфейс и минимальное количество настроек, что делает его легким в использовании для пользователей всех уровней.

- **Гибкость:** WireGuard может работать на различных портах и протоколах, что позволяет ему быть гибким в различных сетевых конфигурациях. Он может быть настроен для работы с множеством топологий сети, включая точка-точка, клиент-сервер и даже многоуровневую сеть.

- **Минимальное количество кода:** WireGuard имеет очень маленький объем кода, что делает его легким в поддержке и обновлении.

Недостатки WireGuard:

- **Недостаточная поддержка:** WireGuard все еще находится на стадии развития и не полностью поддерживается всеми операционными системами. Некоторые функции могут быть не полностью реализованы или работать нестабильно.

- **Ограниченная функциональность:** WireGuard не имеет некоторых функций, которые могут быть доступны в других протоколах VPN. Например, он не имеет поддержки внутреннего маршрутизатора или встроенного механизма подключения.

- **Безопасность ключа:** WireGuard использует механизм обмена ключами, который может не быть достаточно безопасным при использовании на нескольких устройствах. Это может потребовать дополнительной настройки или использования дополнительных инструментов для обеспечения безопасности ключей.

- **Не работает на уровне приложения:** WireGuard является протоколом сетевого уровня, что означает, что он не может работать на уровне приложения, что может быть ограничением для некоторых пользователей.

В целом, WireGuard представляет собой современный протокол VPN, который обеспечивает высокую производительность, безопасность и простоту ис-



пользования. Его минимальный объем кода делает его легким в поддержке и обновлении, но его недостаточная поддержка и ограниченная функциональность могут быть ограничением для некоторых пользователей. Если вам нужен быстрый, безопасный и простой в использовании VPN, то WireGuard может быть хорошим выбором.

**Сравнение.** OpenVPN — это более старый протокол, который имеет более широкую поддержку и богатые функциональные возможности, такие как поддержка различных алгоритмов шифрования и множественных платформ. Он может быть настроен на работу на уровне приложения, что позволяет обеспечивать более гибкую настройку безопасности для конкретных приложений.

WireGuard, напротив, является новым и современным протоколом, который обеспечивает высокую производительность и простоту использования, но с ограниченной функциональностью. Он не имеет большинства функций OpenVPN, таких как поддержка многих платформ и алгоритмов шифрования, но имеет значительно меньший объем кода и легче в обслуживании и обновлении.

В общем и целом, выбор между OpenVPN и WireGuard зависит от ваших потребностей в безопасности и функциональности, а также от требований к производительности и простоте использования.

**Заключение.** VPN-протоколы, такие как OpenVPN и WireGuard, играют важную роль в обеспечении безопасности и защищенного подключения к Интернету. OpenVPN — это более старый и более универсальный протокол, который предлагает множество функциональных возможностей и поддержку на различных платформах. WireGuard — это новый и современный протокол, который предлагает высокую производительность и простоту использования, но с ограниченной функциональностью.

Оба протокола имеют свои преимущества и недостатки, и выбор между ними зависит от конкретных потребностей пользователя в безопасности, производительности и простоте использования. Если вы ищете более гибкую настройку безопасности на уровне приложения и поддержку на различных платформах, то OpenVPN может быть хорошим выбором. Если же вы ищете высокую производительность и простоту использования, то WireGuard может быть предпочтительнее.

Независимо от выбора протокола, важно понимать, что использование VPN-соединения не обеспечивает полную безопасность и конфиденциальность в Интернете. Всегда нужно соблюдать основные правила безопасности в сети, такие как использование сильных паролей, установка обновлений и защита устройств от вредоносного ПО.

### **Список литературы**

[1]. Баранова, Е.К. Информационная безопасность и защита информации [Текст]: Учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. - М.: Риор, 2017.

[2]. Баринов, В.В. Компьютерные сети: Учебник / В.В. Баринов, И.В. Баринов, А.В. Пролетарский. - М. [Текст]: Academia, 2018. - 192 с. Максимов, Н.В.

Компьютерные сети: Учебное пособие / Н.В. Максимов, И.И. Попов. - М.: Форум, 2017.

[3]. Грекул, В. И. Проектирование информационных систем: учебное пособие / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. — 3-е изд. — Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 299 с. — Текст: электронный — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97577.html>.

**Гришагин Леонид Сергеевич** – студент 2-го курса магистратуры кафедры информационных систем и сетей КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [ya.leo.999@yandex.ru](mailto:ya.leo.999@yandex.ru)

**Лавренков Юрий Николаевич** – доцент, канд. техн. наук кафедры информационных систем и сетей КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [lavrenkov@bmstu.ru](mailto:lavrenkov@bmstu.ru)

## ШИФРОВАНИЕ В СЕТЯХ VPN

*В данной статье были рассмотрены различные методы шифрования, применяемые в VPN-сетях. Симметричное шифрование - это один из наиболее распространенных методов, основанный на использовании одного и того же ключа для зашифровки и расшифровки данных. Асимметричное шифрование использует пару ключей - публичный и приватный, что повышает уровень безопасности передачи данных. Структурное и бесструктурное шифрование - это методы, использующие нестандартные алгоритмы и не получившие широкого распространения в коммерческой сфере. Кроме того, было рассмотрено квантовое шифрование - относительно новый и перспективный метод шифрования, который обеспечивает высокий уровень безопасности передачи данных с помощью использования квантовых состояний. Однако, для реализации квантового шифрования требуется высокотехнологическое оборудование и большие затраты на его разработку и внедрение. Выбор метода шифрования зависит от конкретной задачи и уровня безопасности, который требуется обеспечить. Однако, независимо от выбранного метода шифрования, использование VPN-сети для защиты передачи данных является необходимым шагом для обеспечения безопасности в онлайн-среде.*

**Ключевые слова:** VPN, шифрование, симметричное, асимметричное, структурное, бесструктурное, квантовое, алгоритм.

Виртуальная частная сеть (VPN) — это технология, которая позволяет создавать защищенное соединение между устройствами через общедоступную сеть, такую как Интернет. Одним из ключевых аспектов безопасности VPN является шифрование, которое используется для защиты передаваемых данных от несанкционированного доступа и подмены [1].

Шифрование — это процесс преобразования информации в форму, которая не может быть прочитана или понята без использования специального ключа или пароля. В сетях VPN используются различные виды шифрования.

**Симметричное шифрование (с личным ключом). Симметричное шифрование, также известное как шифрование с общим ключом, является одним из наиболее распространенных методов шифрования данных. В этом методе шифрования используется один и тот же ключ для шифрования и расшифровки данных.**

Простейшим примером симметричного шифрования является шифр Цезаря. Этот метод шифрования заключается в замене каждого символа в тексте на символ, находящийся на несколько позиций вправо или влево в алфавите. Например, если ключом является "3", то буква "a" будет заменена на "d", буква "b" на "e" и т.д.

Одним из наиболее распространенных симметричных алгоритмов шифрования является Advanced Encryption Standard (AES). AES использует ключевую длину от 128 до 256 бит и шифрует данные блоками размером 128 бит. Каждый

блок данных проходит через несколько циклов шифрования, в результате которых данные становятся невозпроизводимыми без правильного ключа. AES является одним из наиболее безопасных алгоритмов шифрования, который широко применяется в современных системах безопасности [2].

Однако, у симметричного шифрования есть свои недостатки. Один из них заключается в том, что передача ключа между отправителем и получателем может быть небезопасной. Если злоумышленник получит доступ к ключу, то он сможет расшифровать все сообщения, зашифрованные с использованием этого ключа. Другой недостаток связан с тем, что использование одного ключа для шифрования и расшифровки данных означает, что отправитель и получатель должны иметь доступ к этому ключу. Это может стать проблемой, если необходимо обмениваться данными с большим количеством людей.

**Асимметричное шифрование (с открытым ключом). Асимметричное шифрование, также известное как шифрование с открытым ключом, является методом шифрования данных, который использует два ключа - открытый и закрытый. Открытый ключ используется для шифрования данных, а закрытый ключ используется для их расшифровки. Открытый ключ может быть распространен свободно, в то время как закрытый ключ является строго конфиденциальным и должен храниться только у владельца.**

Простейшим примером асимметричного шифрования является шифр RSA. В шифре RSA ключи генерируются с использованием двух больших простых чисел. Шифрование заключается в возведении сообщения в степень открытого ключа, а расшифровка происходит путем возведения зашифрованного сообщения в степень закрытого ключа [3].

Одним из наиболее распространенных алгоритмов асимметричного шифрования является шифр Эль-Гамала. Шифр Эль-Гамала использует математические функции, такие как возведение в степень и вычисление остатка от деления, для шифрования и расшифровки данных. Ключи генерируются с использованием простых чисел и используются для шифрования и расшифровки данных.

Одним из главных преимуществ асимметричного шифрования является то, что он не требует обмена ключами между отправителем и получателем, так как каждый из них имеет свой открытый и закрытый ключи. Это значительно повышает уровень безопасности, поскольку злоумышленник не может узнать закрытый ключ, используемый для расшифровки данных.

Однако, асимметричное шифрование обычно менее эффективно по производительности, чем симметричное шифрование, поэтому оно используется главным образом для шифрования небольших объемов данных, таких как ключи шифрования и подписи. Кроме того, он может быть подвержен атаке "человек посередине", если злоумышленник может перехватить открытый ключ и заменить его на свой собственный.

**Структурное шифрование. Это метод шифрования данных, который использует определенную структуру данных для защиты информации. В структурном шифровании данные разбиваются на части и затем эти части**

переставляются в определенном порядке в соответствии с определенным алгоритмом. Это позволяет сохранять целостность и конфиденциальность данных, так как злоумышленники не смогут прочитать их, даже если они перехватят информацию.

Одним из наиболее распространенных алгоритмов структурного шифрования является шифр FISH (Fast Improved SHuffle). Этот алгоритм основан на идее перестановки элементов данных в соответствии с ключом. В FISH данные сначала делятся на блоки, которые затем перемешиваются и объединяются снова. В итоге получается набор данных, который трудно расшифровать без знания ключа.

Другим примером структурного шифрования является алгоритм защиты информации с помощью масок (Masking). В этом методе каждый бит сообщения скрывается за двумя битами случайной маски. Эти маски затем добавляются к битам сообщения для создания зашифрованного сообщения. Расшифровка происходит путем применения обратной операции, где маски вычитаются из зашифрованного сообщения для восстановления исходных битов [4].

Структурное шифрование может быть очень эффективным для защиты данных, так как оно позволяет сохранять целостность информации, трудно предсказывать порядок, в котором данные будут переставлены, и трудно проанализировать структуру данных. Однако, как и в случае с другими методами шифрования, структурное шифрование может быть подвержено атакам, таким как атака перебора, особенно если используемые алгоритмы слабы и предсказуемы.

В сетях VPN структурное шифрование может быть использовано в сочетании с другими методами шифрования, такими как симметричное и асимметричное шифрование, для обеспечения максимальной защиты данных. Одним из примеров такого подхода является использование протокола IPsec, который использует сочетание симметричного и асимметричного шифрования для обеспечения конфиденциальности и целостности данных в сети VPN. Данные в IPsec сначала зашифровываются с помощью симметричного шифрования, а затем передаются вместе с цифровой подписью, созданной с помощью асимметричного шифрования.

Кроме того, структурное шифрование может быть использовано для защиты конфиденциальности данных на уровне приложения. Например, многие веб-сайты используют структурное шифрование для защиты данных, вводимых пользователями, таких как пароли и личная информация.

Одним из основных преимуществ структурного шифрования является его простота и эффективность. Однако, как и любой другой метод шифрования, структурное шифрование не является универсальным и может быть подвержено атакам. Поэтому при выборе метода шифрования для защиты данных необходимо учитывать различные факторы, такие как уровень конфиденциальности информации, доступность ресурсов и возможности атаки.

**Бесструктурное шифрование.** Бесструктурное шифрование — это метод шифрования, который использует случайный или псевдослучайный поток

**битов для шифрования данных. Он отличается от структурного шифрования, которое использует определенные алгоритмы и ключи для шифрования данных.**

Одним из примеров бесструктурного шифрования является метод XOR (исключающее ИЛИ), который использует двоичные операции для шифрования данных. Данные разбиваются на блоки и каждый блок XOR-ится с ключом шифрования, который также представляет собой случайный поток битов. Ключ шифрования и блоки данных могут меняться во время передачи данных, что делает метод более защищенным от атак [5].

Бесструктурное шифрование может быть использовано в различных приложениях, включая защиту данных в сетях VPN и защиту данных на уровне файловой системы. Однако у этого метода есть и некоторые ограничения, такие как возможность восстановления данных в их исходном виде, если злоумышленник получит доступ к ключу шифрования.

Тем не менее, бесструктурное шифрование остается важным методом защиты данных в сетях VPN и в Интернете в целом. Как и в случае со структурным шифрованием, он может быть использован в сочетании с другими методами шифрования для обеспечения максимальной защиты данных от несанкционированного доступа и использования.

**Квантовое шифрование. Квантовое шифрование — это метод шифрования, который использует свойства квантовой механики для обеспечения безопасности передачи данных. Квантовое шифрование обеспечивает высокую степень безопасности, так как позволяет обнаруживать любые попытки подслушивания данных.**

Основой квантового шифрования являются квантовые состояния, которые могут быть использованы для кодирования информации. Квантовое состояние может быть использовано для передачи ключа шифрования между двумя участниками связи. Для этого генерируется последовательность квантовых состояний, которые затем отправляются по каналу связи. Получатель получает эти состояния и проводит измерения, чтобы получить исходный ключ. При этом любая попытка подслушивания или прослушивания передачи данных будет сразу же обнаружена, так как измерения квантовых состояний вносят неизбежные изменения в них.

Квантовое шифрование является относительно новым и активно развивающимся направлением в криптографии. Существует несколько алгоритмов квантового шифрования, таких как алгоритм BB84, алгоритм E91 и алгоритм B92. Каждый из них использует свои собственные принципы и подходы, но все они базируются на свойствах квантовых состояний.

Квантовое шифрование обладает высокой степенью безопасности и может использоваться для защиты критически важной информации, такой как банковские данные, государственные секреты и данные о клиентах. Однако, квантовое шифрование также требует высокотехнологического оборудования и процессоров, что делает его относительно дорогостоящим. Также, в настоящее время, этот метод шифрования не распространен в коммерческом масштабе и не ис-

пользуется повсеместно в связи с высокими затратами на оборудование и разработку.

**Заключение.** В данной статье были рассмотрены различные виды шифрования, используемые в сетях VPN. Симметричное шифрование является одним из самых распространенных методов, основанных на использовании одного и того же ключа для шифрования и расшифровки данных. Асимметричное шифрование использует пару ключей - открытый и закрытый, что позволяет улучшить безопасность передачи данных. Структурное и бесструктурное шифрование — это методы, которые используют нестандартные алгоритмы и не имеют широкого распространения в коммерческой сфере.

Также было рассмотрено квантовое шифрование - относительно новый и перспективный метод шифрования, который обеспечивает высокую степень безопасности передачи данных с помощью использования квантовых состояний. Однако, квантовое шифрование требует высокотехнологического оборудования и высоких затрат на его разработку и внедрение.

Выбор метода шифрования зависит от конкретной задачи и уровня безопасности, который требуется обеспечить. Однако, независимо от выбранного метода шифрования, использование VPN-сети для защиты передачи данных является необходимым шагом для обеспечения безопасности в онлайн-среде.

### **Список литературы**

[1]. Баранова, Е.К. Информационная безопасность и защита информации [Текст]: Учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш. - М.: Риор, 2017.

[2]. Бузов, Г.А. Защита информации ограниченного доступа от утечки по техническим каналам [Текст]: / Г.А. Бузов. - М.: ГЛТ, 2016.

[3]. Емельянова, Н.З. Защита информации в персональном компьютере [Текст]: Уч.пос / Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.: Форум, 2017.

[4]. Олифер В. Г., Олифер Н. П. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: Учебник для вузов. 5-е изд. — СПб: Питер, 2016.

[5]. Минакова, О. В. Надежность информационных систем: учебник / О. В. Минакова. — Саратов: Вузовское образование, 2020. — 283 с. — Текст: электронный — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91117.html>.

**Гришагин Леонид Сергеевич** – студент 2-го курса магистратуры кафедры информационных систем и сетей КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [ya.leo.999@yandex.ru](mailto:ya.leo.999@yandex.ru)

**Лавренков Юрий Николаевич** – доцент, канд. техн. наук кафедры информационных систем и сетей КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [lavrenkov@bmstu.ru](mailto:lavrenkov@bmstu.ru)

## NO-CODE КАК ОТВЕТ НА ПРОБЛЕМУ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*В последние годы спрос на разработку программного обеспечения стремительно растет и намного превышает предложение программистов. Платформы без кода позволяют специалистам любого уровня реализовать разработку программного обеспечения и веб-приложений. Это актуально в эпоху, когда каждый бизнес переходит в онлайн и требует соответствующего сопровождения. Платформа разработки без кода - это инструмент для создания программных приложений без программирования. Это популярная и многообещающая альтернатива традиционной разработке программного обеспечения для нетехнических бизнес-пользователей. По сути, No-code платформа похожа на конструктор, где пользователь может собирать веб-страницы из предложенных элементов и мгновенно видеть, как это выглядит на любом устройстве, например, мобильном телефоне, ноутбуке или персональном компьютере. Использование готовых дизайнов и моделей значительно упрощает процесс кодирования и управления данными. В данной работе проведен анализ значимости no-code систем. Приведены примеры реализации back-end логики на no-code платформах. Выявлены преимущества и недостатки разработки программного обеспечения без кода.*

*В данной работе проведен анализ значимости no-code систем. Приведены примеры реализации back-end логики на no-code платформах. Выявлены преимущества и недостатки разработки программного обеспечения без кода.*

**Ключевые слова:** веб-разработка, веб-приложение, веб-сайт, no-code, методы разработки, bubble.io

**Введение.** В последние годы спрос на разработку программного обеспечения стремительно растет и намного превышает предложение программистов, как видно на рис. 1. Платформы без кода позволяют специалистам любого уровня реализовать разработку программного обеспечения и веб-приложений. Это актуально в эпоху, когда каждый бизнес переходит в онлайн и требует соответствующего сопровождения.

Платформа разработки без кода - это инструмент для создания программных приложений без программирования. Это популярная и многообещающая альтернатива традиционной разработке программного обеспечения для нетехнических бизнес-пользователей. По сути, No-code платформа похожа на конструктор, где пользователь может собирать веб-страницы из предложенных элементов и мгновенно видеть, как это выглядит на любом устройстве, например, мобильном телефоне, ноутбуке или персональном компьютере. Использование готовых дизайнов и моделей значительно упрощает процесс кодирования и управления данными.



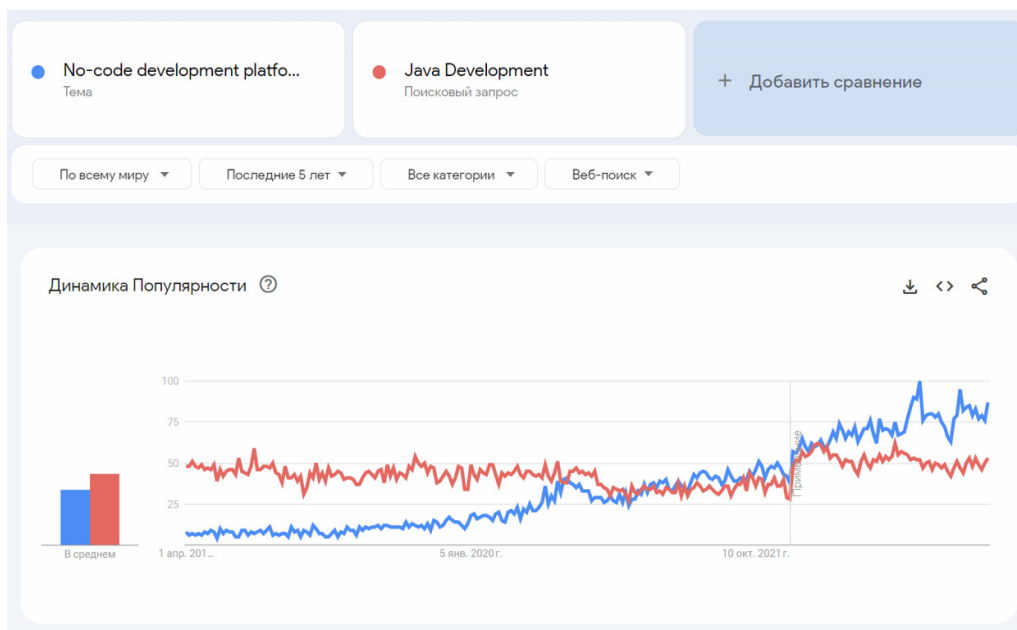


Рис. 1. Сравнение в GoogleTrends запросов no-code платформ и одного из популярных языков для разработки веб-приложений Java

Многие люди думают, что no-code можно использовать только для создания одного и того же типа интерфейсов и простых приложений, например, только для маркетплейсов. Однако платформы без кода включают богатую функциональность для любых приложений. Пример реализации логики веб-сайта на платформе bubble.io можно увидеть на рисунке 2. No-code подходит для решения любой бизнес-задачи, бизнес-модели и практически любой бизнес-ниши.

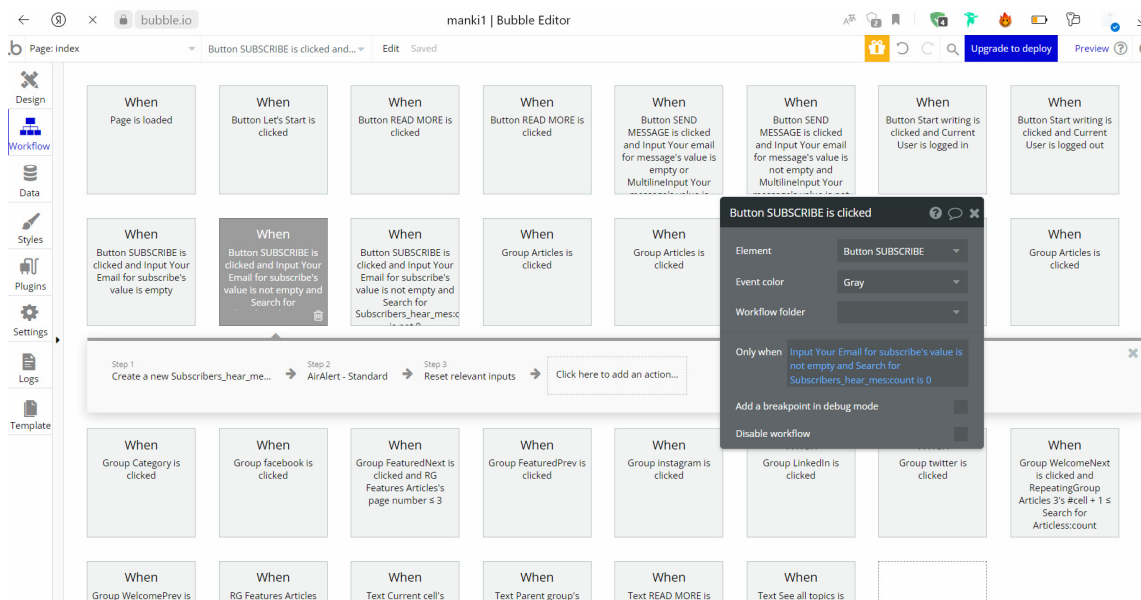


Рис. 2. Реализация логики (аналог back-end) веб-сайта на no-code платформе Bubble.io

Кроме того, некоторые платформы без кода были преобразованы в платформы с низким уровнем кода, чтобы обеспечить еще большую функциональ-

ность. Такая технология отличается только тем, что можно добавить собственный код разработчика для расширения функциональности сайта.

No-code технология набирает популярность. Соучредитель и генеральный директор GitHub Крис Ванстрат только подтверждает перспективность направления. и утверждает, что будущее кодирования - это вообще отсутствие кодирования[1]. После этого, в 2020 году, Google приобрела AppSheet, перенеся разработку без кода в Google cloud, что наглядно продемонстрировало, как лидеры рынка приняли no-code в качестве основного решения для разработки программного обеспечения. Эксперты Forrester прогнозировали рост рынка без кода до 21,2 миллиарда к 2022 году [2], и они оказались правы. Сейчас эксперты прогнозируют расширение рынка до 187 миллиардов к 2030 году [2]. Прогнозы могут оправдаться, поскольку с 2020 года no-code набирает популярность среди русскоязычной аудитории. Однако, как и любой технический инструмент, no-code имеет некоторые преимущества и недостатки [3].

#### ПРЕИМУЩЕСТВА NO-CODE ЗАКЛЮЧАЮТСЯ В СЛЕДУЮЩЕМ:

1. Отсутствие необходимости в программистах. Предприятиям больше не нужно привлекать профессиональных разработчиков для создания приложений. Если только крупные компании могли позволить себе разработать собственное приложение, то теперь порог входа снизился, и любой стартап, малый и средний бизнес могут создавать свои собственные веб-сайты и приложения.

2. Снижение затрат. Такой тип разработки обходится намного дешевле, чем привлечение профессиональных программистов, что можно видеть на рисунках 3 и 4. Весь функционал может быть создан одним человеком, а не командой, за работу которой нужно платить.

The screenshot shows the 'Рейтинг Рунета' website. On the left is a list of agencies with their logos and names, and on the right is a table of services and their prices.

Рейтинг	Агентство	Услуга	Стоимость/ставка
1	AWG	Сайт под ключ	1 000 000 – 50 000 000 Р
2	AGIMA	– Промо-сайт	1 000 000 – 4 000 000 Р
3	Exty!	– Корпоративный сайт	1 500 000 – 10 000 000 Р
4	ADV	– Интернет-магазин	3 000 000 – 20 000 000 Р
5	АРТВЕЛЛ	– Порталы и сервисы	5 000 000 – 50 000 000 Р
6	AIC + QSOFТ	Сайт «под ключ»	1 000 000 – 50 000 000 Р
7	ITECH	Программирование/настройка сайта/ веб-сервиса	2 750 Р/час
8	Студия Олега Чула...	Проектирование сайта/веб-сервиса	3 000 Р/час
9	Art. Lebedev Studio	Веб-дизайн	3 000 Р/час
		Анализ/тестирование сайта/веб-сервиса	2 500 Р/час

Рис. 3. Стоимость разработки сайтов согласно ratingruneta.ru

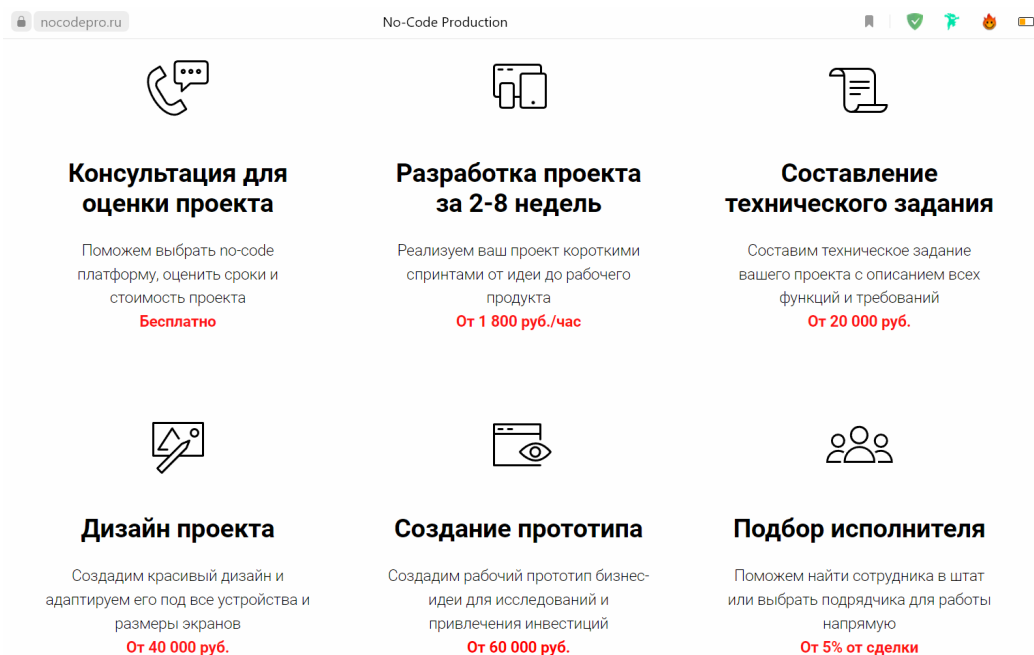


Рис. 4. Стоимость разработки сайтов с использованием no-code платформы согласно nocodepro.ru

3. Скорость разработки. Использование готовых модулей, встроенного функционала и автоматизированного тестирования ускоряет процесс разработки.

4. Простота редактирования. Проблема традиционной разработки заключается в невозможности изменить функциональность одним движением. Это возможно с помощью no-code платформ. Если пользователю нужно что-то изменить, он просто внедряет новую логику и может внести изменения в течение нескольких часов.

### **КАК И У ЛЮБОЙ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ, У НЕЕ ТАКЖЕ ЕСТЬ НЕКОТОРЫЕ НЕДОСТАТКИ:**

1. Ограниченные шаблоны и их функциональность. Все платформы no-code находятся в стадии разработки и уже удовлетворяют многие потребности, но может возникнуть ситуация, когда требуемое приложение не может быть создано с помощью no-code. В этом случае необходимо изменить концепцию и адаптироваться к существующим инструментам, или пригласить дорогостоящего разработчика.

2. Вопросы безопасности. Пользователь платформы не является её разработчиком, поэтому он не может повлиять на изменение технологий, кибератаки на платформу, разорение или поглощение компании, в системе которой был создан код. Кроме того, платформа разработки также отвечает за безопасность клиентских данных и денежных потоков. Перед началом работы пользователю необходимо определить свою готовность к таким рискам.

### **Заключение**

Ценность платформ без кода неоспорима, особенно когда речь идет о простой разработке мобильных приложений. No-code платформы разработки лучше

всего подходят для организаций, которым требуются простые решения с минимальной настройкой. No-code системы часто применяются для создания внутренних систем. Они не всегда являются подходящей альтернативой традиционной разработке программного обеспечения, поскольку компромиссы, связанные с их использованием, в конечном итоге могут обойтись пользователю и бизнесу гораздо дороже в будущем. Решение должно оставаться за владельцем бизнеса.

### **Список литературы**

[1]. GitHub CEO predicts the future of coding is no-coding at all. [Электронный ресурс] // topnaija.ng – URL: <https://topnaija.ng/github-ceo-predicts-future-coding-no-coding> (дата обращения: 15.03.2023)

[2]. Forrester experts predicted the growth of the no-code market. [Электронный ресурс] // [www.forrester.com](http://www.forrester.com) – URL: [https://www.forrester.com/report/low-code-addresses-the-developer-shortage/RES178252?ref\\_search=0\\_1668233341303](https://www.forrester.com/report/low-code-addresses-the-developer-shortage/RES178252?ref_search=0_1668233341303) (дата обращения: 21.03.2023)

[3]. Pros and cons of using a no-code development. [Электронный ресурс] // [www.sommo.io](http://www.sommo.io) – URL: <https://www.sommo.io/blog/pros-and-cons-of-no-code-development> (дата обращения: 22.03.2023)

[4] Артюшенкова, И. С. Целесообразность применения low- и no-code платформ для бизнеса / И. С. Артюшенкова, С. Г. Скоголь // Молодежная неделя науки ИПМЭИТ : Сборник трудов Всероссийской студенческой научно-учебной конференции. В 6-ти частях, Санкт-Петербург, 02–04 декабря 2021 года. Том Часть 3. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2021. – С. 6-8. – EDN BDMQBQ. (дата обращения: 04.04.2023)

**Мовсисян Манан Аликовна** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, художественный редактор ОИП. E-mail: [movmamma@bmstu.ru](mailto:movmamma@bmstu.ru)

**Вершинин Евгений Владимирович** – доцент, кандидат физико-математических наук, заместитель директора по НИР, заведующий кафедрой КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [vershinin@bmstu.ru](mailto:vershinin@bmstu.ru),

## **СЕКЦИЯ 13.**

### **МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

## РОБОТЫ-ГЕКСАПОДЫ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

*Роботы-гексаподы, также известные как роботы-пауки, представляют собой уникальный вид роботов, способных передвигаться по сложным поверхностям и преодолевать препятствия. В этой статье мы рассмотрим, с чего началось создание таких роботов, для чего они нужны, а также как они будут совершенствоваться и использоваться в будущем.*

**Ключевые слова:** роботы-гексаподы, роботы-пауки, создание роботов-пауков, применение в деятельности человека, будущие роботы.

Конструирование роботов началось много лет назад - первый чертёж робота, похожего на человека, был выполнен Леонардо да Винчи около 1495 года [1]. В настоящее время роботы предназначаются для выполнения множества целей и сферы их применения всё более расширяются [2]:

- автоматизация технологических процессов производства;
- помощь человеку в повседневной жизни;
- проведение исследований в сложных или недоступных для человека условиях, например, в космосе;
- развлекательные и прочие цели.

Основным вдохновением для создания роботов-пауков послужили природные образцы – настоящие пауки и насекомые, которые способны перемещаться по сложным поверхностям благодаря своим лапкам (см. рис. 1).



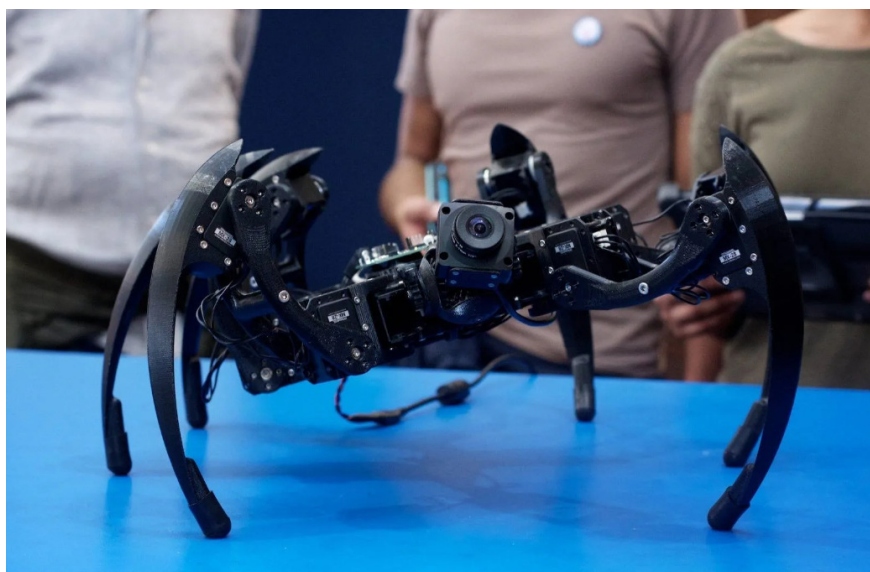
**Рис. 1.** Робот-паук

Сегодня роботы-гексаподы нашли применение в различных отраслях, включая промышленность, военную сферу, науку и медицину. Они используются для выполнения различных задач, таких как исследование труднодоступных мест, мониторинг и оценка состояния зданий и инфраструктуры, а также для выполнения рутинных операций в промышленности.

Одним из наиболее интересных аспектов роботов-гексаподов является их способность к адаптации к различным условиям. Благодаря своей гибкости и

уникальной конструкции лапок, они могут передвигаться по самым разнообразным поверхностям, включая лед, песок и воду. Кроме того, роботы-гексаподы могут работать в условиях, которые являются опасными или непригодными для человека, таких как высокие температуры или радиоактивное загрязнение.

Однако, несмотря на то, что роботы-гексаподы уже достигли значительных успехов в различных отраслях, они все еще находятся в стадии разработки и совершенствования. В частности, ученые и инженеры работают над созданием более точных и эффективных алгоритмов управления роботами-гексаподами, которые позволят им выполнять более сложные задачи и работать более эффективно. Кроме того, исследователи также работают над улучшением материалов и конструкции лапок роботов-пауков, чтобы повысить их прочность и гибкость (см. рис. 2).



**Рис. 2.** Модернизация робота-паука

В будущем роботы-гексаподы могут стать незаменимыми инструментами в различных отраслях, включая добычу ресурсов, строительство и ремонт инфраструктуры, медицину и даже в космической индустрии. Они могут быть использованы для выполнения задач, которые в настоящее время считаются слишком опасными или сложными для человека.

Например, роботы-гексаподы могут использоваться для исследования космических объектов, таких как Луна или Марс, где они смогут перемещаться по сложной поверхности и собирать данные для ученых на Земле. Они также могут быть использованы для автоматической добычи ресурсов на недоступных для человека территориях, таких как дно океана или глубины земли.

### **Заключение**

Таким образом, роботы-гексаподы представляют собой уникальный вид роботов, который может применяться в самых различных отраслях. Благодаря своей гибкости, мобильности и способности к адаптации к различным условиям, они могут выполнять задачи, которые в настоящее время являются слишком

сложными или опасными для человека. В будущем роботы-гексаподы будут продолжать совершенствоваться и находить все новые области применения, что делает их одними из самых перспективных видов роботов для будущего.

### **Список литературы**

- [1]. <https://budushchee.livejournal.com/63746.html>
- [2]. <https://radiocopter.ru/istoriya-robototekhniki-proiskhozhdenie-pervykh-robotov/>

**Жуков Янислав Дмитриевич** – студент МК7-82Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: zhukovyad@student.bmstu.ru

**Романов Алексей Викторович** romanov-a-v@bmstu.ru



## РАЗРАБОТКА МАНИПУЛЯЦИОННОГО МЕХАНИЗМА И АНАЛИЗ ЕГО ДВИЖЕНИЯ

*Манипуляционный механизм предполагает собой перепрограммируемый многофункциональный манипулятор, рассчитанный с целью осуществления конкретных, предварительно заданных перемещений материалов, деталей, инструментов или специальных приспособлений с целью выполнения различных работ. Значимым компонентом считается сам манипулятор — прибор с целью исполнения двигательных функций, подобных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащённое рабочим органом.*

**Ключевые слова:** *манипуляционный механизм, робот, движение, манипулятор.*

Разрабатываемый механизм представляет собой пятизвенный манипулятор, который будет перемещать предметы, детали, инструменты малого веса. Конструкция робота рис. 1 позволяет ему перемещать предметы в заданную точку поверхности в рабочей области. Перемещение осуществляется при помощи шаговых двигателей, при захвате предмета используется сервопривод. Соединение и движение между звеньями манипулятора [2] происходит за счет зубчатременной передачи для плавного перемещения.

Управление разрабатываемого [1] механизма происходит при помощи платы Arduino Mega и программного обеспечения. Работа манипулятора может быть при помощи ручного управления джойстиком или написания кода программы с заданными перемещениями рабочего органа, который загружается на плату.

Сделан анализ движения механизма при помощи моделирования рабочего органа [3] по заданной траектории. Выведены значения погрешностей по осям.

Таблица

### Погрешности

	1	2	3	4	5
X	3	3	3	3	2
Y	5	5	5	5	5
Z	4	4	1,5	0	1

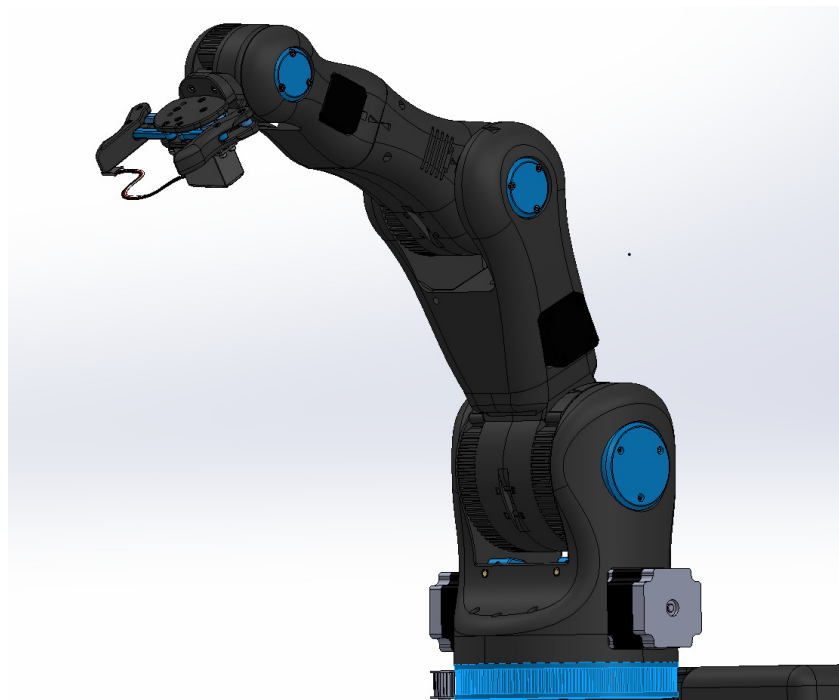


Рис. 1. Модель манипуляционного механизма

### **Заключение**

Разработана модель манипуляционного механизма для перемещения объектов. Подобраны компоненты для движения и управления механизмом. Произведен анализ движения механизма. При помощи анализа выведены значения погрешностей по осям.

### **Список литературы**

[1]. Балабанов, П. В. Программирование робототехнических систем : учебное пособие / П. В. Балабанов. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 81 с.

[2]. Степыгин, В. И. Теория механизмов и основы робототехники: зубчатое зацепление : учебное пособие : [16+] / В. И. Степыгин, Е. Д. Чертов ; науч. ред. В. Г. Егоров. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 57 с.

[3]. Ощепков А. Ю. «Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB»; 2-е изд., испр. и доп. — Издательство "Лань", 2013. — 208 с.

**Малышев Павел Валентинович** – студент МК7-81Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [malyyshevpv@student.bmstu.ru](mailto:malyyshevpv@student.bmstu.ru)

**Романов Алексей Викторович** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [romanov-a-v@bmstu.ru](mailto:romanov-a-v@bmstu.ru)

## УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОМ ИМПЕДАНСОМ МЕХАНИЗМА СОВМЕСТНОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ

В механизмах параллельной структуры есть много преимуществ, таких как высокая точность, компактные размеры и высокая грузоподъемность, что делает их очень полезными для задач, требующих точных перемещений, однако также есть некоторые недостатки. Прежде всего, существует ограниченный рабочая зона из-за фундаментальных интерференций кинематических цепей, а также из-за значительной кинематической и динамической связанности между степенями свободы. Чтобы устранить эти недостатки, создают совместное относительное манипулирование механизмов параллельной структуры, поэтому очень важно выбрать корректную систему управления, одной из которых является управление механическим импедансом.

**Ключевые слова:** механизм совместного относительного манипулирования, робот параллельной структуры, импеданс, управление по механическому импедансу, механический импеданс.

Управление механическим импедансом, наделяет работа свойствами системы пружина – демпфер с регулируемыми по произвольному закону и по произвольным координатам жёсткостью и коэффициентом демпфирования. Этот подход часто используется в задачах, где робот испытывает контакт.

Механический импеданс относится к выходной силе системы в отношении входного движения, аналогично электрическому импедансу, который является отношением выходного напряжения к входному току [1]. Коэффициент жесткости определяет выходную силу для сжатия или растяжения пружины, а коэффициент демпфирования определяет выходную силу для входной скорости. Контролируя импеданс механизма, мы можем контролировать силовое сопротивление внешнему движению, навязанному окружающей средой [2].

Основной теорией, лежащей в основе этого метода, является рассмотрение окружающей среды как *адмиттанса*, а работа - как *импеданса*. Для систем, описываемых в терминах *адмиттанса*, вход является *силой*, а выход - *движением*. Напротив, для систем, описываемых в терминах *импеданса*, входом является *движение*, а выходом – *сила* [3].

### Математические основы метода

В робототехнике уравнение, описывающее в матричной форме динамику механической части неуправляемого робота, может быть представлено в Лагранжевой форме:

$$\tau = M(q)\ddot{q} + c(q, \dot{q}) + g(q) + h(q, \dot{q}) + \tau_{ext} \quad (1)$$

где  $q$  – обобщенные координаты,  $M$  – матрица масс и моментов,  $c$  – центробежные и силы Кориолиса,  $g$  – вектор-столбец сил гравитации,  $h$  – дополнительные крутящие моменты, например, от собственной жесткости, трения и т.д.,  $\tau_{ext}$  –

включает все внешние силы со стороны окружающей среды. Крутящий момент  $\tau$  слева – входная переменная для робота.

Для импеданса закон управления:

$$\tau = K(q_d - q) + D(\dot{q}_d - \dot{q}) + \hat{M}(q)\ddot{q} + \hat{c}(q, \dot{q}) + \hat{g}(q) + \hat{h}(q, \dot{q}), \quad (2)$$

где  $q_d$  – желаемый угол поворота,  $K$  и  $D$  параметры управления (коэффициент жесткости и коэффициент демпфирования),  $\hat{M}$ ,  $\hat{c}$ ,  $\hat{g}$ ,  $\hat{h}$  являются внутренними параметрами механизма.

Подстановка (2) в (1) дает уравнение замкнутой системы (управляемого робота):

$$K(q_d - q) + D(\dot{q}_d - \dot{q}) + M(q)(\ddot{q}_d - \ddot{q}) = \tau_{ext} \quad (3)$$

Примем  $e = q_d - q$ , тогда:

$$Ke + D\dot{e} + M\ddot{e} = \tau_{ext} \quad (4)$$

Поскольку матрицы  $K$  и  $D$  имеют размерность жесткости и демпфирования, управляемый робот представляет собой многомерный механический импеданс (масса-пружина-демпфер), который решается с помощью  $\tau_{ext}$ .

### Заключение

Таким образом, управлению по механическому импедансу позволяет регулировать силу контактного взаимодействия, что невозможно достичь стандартными методами управления, позволяя делать обход сложных траекторий.

### Список литературы

[1] Борисов И.И., Колюбин С.А. Имитационное моделирование мехатронных систем: Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2020. - 103 с. - экз.

[2] <https://summerschool.stiff-project.org/fileadmin/pdf/Hog1985.pdf>

[3] <https://habr.com/ru/articles/519826>

**Марчуков Андрей Алексеевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: maa16km093@student.bmstu.ru

**Пашенко Василий Николаевич** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. pashenkovn@bmstu.ru

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ 3D ПРОФИЛЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ 3D СКАНЕРА

*3D сканирование является самым прогрессивным методом оцифровки физических объектов и способствует значительной оптимизации производственных процессов. Целью данной работы является рассмотрение методов измерения 3D профиля объектов. Определение данных об объекте сканирование и метода измерения профиля объектов выступают ведущими аспектами при построении конструкции и электрической составляющей 3D сканера.*

**Ключевые слова:** 3D сканер, 3D профиль, триангуляция, дальномер, импульс.

Робототехника – это область науки и техники, которая связана с созданием, исследованием и применением роботов. С помощью такого робототехнического устройства, как 3D сканер, можно выполнять сканирование различных объектов, получая их трехмерные цифровые модели с высокой точностью. Существуют различные технологии для реализации сканирования, которые различаются между собой определёнными преимуществами и недостатками, и к тому же стоимостью.

### **Контактные трёхмерные сканеры**

Они зондируют объект непосредственно через физический контакт, пока сам предмет пребывает на прецизионной поворотной платформе.

При каждом замере, перемещение считывается по осям X, Y и Z и координаты точек, просканированных специальным наконечником, отправляются на компьютер для анализа.

До начала измерения объекта, расположенного на столе, необходимо определить систему координат, в которой будут производиться вычисления. При определении системы координат проводится «математическое выравнивание».

Такой тип сканирования не зависит от освещения объекта и способен обеспечить высокую детализацию. Но к недостаткам можно отнести медленный процесс сканирования и анализа, так как один замер позволяет оцифровать только одну точку, и ограничение сканирования не статичных объектов, а также объектов, имеющих сложную форму.

### **Бесконтактные трёхмерные сканеры**

В эту категорию попадает все оборудование, которое может проводить сканирование на расстоянии. Это особенно актуально для объектов в труднодоступных местах.

Бесконтактные трехмерные сканеры бывают 2-х видов [1]:

1) Активные — работают при помощи направленного на объект луча света, который, отражаясь, даёт информацию о координатах местоположения объекта.

2) Пассивные — основаны на использовании естественного освещения и не нуждаются в собственных источниках света. Это означает, что они не

излучают ничего на объект, а полагаются на обнаружение отражённого окружающего излучения.

К активным бесконтактным 3D сканерам относятся:

- триангуляционные;
- времяпролётные (импульсные);
- ручные лазерные сканеры;
- 3D сканеры на основе коноскопической голографии.

### Триангуляционный метод

Триангуляционные измерительные системы состоят из лазерного излучателя и камеры, закрепленной между ними под постоянным углом (см. рис. 1). Расстояние и ориентация между камерой и лазерным излучателем заранее известны.

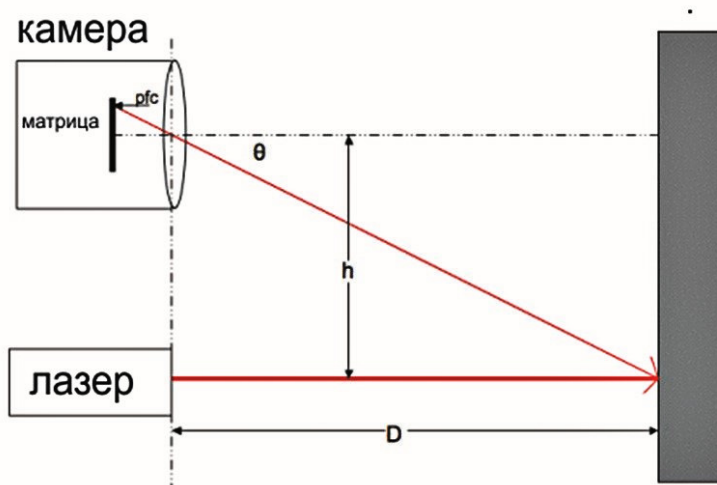


Рис. 1. Принцип работы триангуляционного лазерного дальномера

Триангуляционные измерительные системы состоят из лазерного излучателя и камеры, закрепленной между ними под постоянным углом (см. рис. 1). Расстояние и ориентация между камерой и лазерным излучателем заранее известны. По схеме из рисунка 1, расстояние  $D$  может быть рассчитано по формуле:

$$D = \frac{h}{\operatorname{tg}\theta}, \quad (1)$$

где  $h$  – фиксированное расстояние, а угол  $\theta$  можно определить как

$$\theta = pfc \cdot rps \cdot ro \quad (2)$$

где  $pfc$  – номер пикселя центра светлой точки от центра изображения;  $rps$  – радиан на пиксель;  $ro$  – компенсация.

### Импульсный метод

Импульсный метод измерения расстояний основывается на замере времени прохождения лазерного луча от передающего устройства до объекта и обратно [2]. Скорость распространения электромагнитных волн  $C$  – это величина постоянная, поэтому можно определить расстояние от сканера до поверхности изучаемого предмета:

$$D = \frac{C \cdot t}{2}, \quad (3)$$

где  $t$  – время, измеряемое с момента подачи сигнала до момента приема отраженного сигнала.

Точность времяпролетного лазерного 3D сканера зависит от того, насколько точно можно измерить время и от отражательных характеристик объекта.

### **3D сканеры на основе коноскопической голографии**

В таком сканирующем устройстве лазерный луч проецируется на поверхность исследуемого объекта. Затем луч отражается по той же траектории, но уже через коноскопический кристалл, и проецируется на ПЗС (прибор с зарядовой связью).

В результате получается дифракционное изображение. Используя методы частотного анализа, возможно определить расстояние до профиля исследуемого предмета.

Преимущество коноскопической голографии – для измерения расстояния требуется только один путь луча, который позволяет определить, глубину небольшого отверстия [3].

### **Ручные лазерные сканеры**

Ручные лазерные сканеры создают трехмерное изображение, основанное на принципе триангуляции, который описан выше.

Лазерный луч проецируется на объект из ручного излучателя, а датчик измеряет расстояние до профиля объекта. Данные сканирования анализируются компьютером и сохраняются в виде трехмерных пространственных точек, которые после обработки преобразуются в триангулированную сетку.

### **Заключение**

В данной статье были рассмотрены технологии измерения 3D профиля объектов, их достоинства и недостатки. Можно сделать вывод, что создание точной и фотореалистичной модели сложного объекта по-прежнему остается сложной миссией. Чтобы выбрать наиболее подходящий метод сканирования, необходимо четко понимать, какую задачу должно выполнять данное устройство.

### **Список литературы**

[1]. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016.

[2]. Глазунов В.А., Чунихин А.Ю. Развитие исследований механизмов параллельной структуры // Проблемы машиностроения и надёжности машин. 2014. №3. С. 37-43.

[3]. Гужов В.И. Методы измерения 3D-профиля объектов. Контактные, триангуляционные системы и методы структурированного освещения: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015.

**Абрамова Елена Геннадьевна** – студент МК7-62Б КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: [abramova\\_elena02@inbox.ru](mailto:abramova_elena02@inbox.ru)

**Васильчук Николай Юрьевич** – преподаватель КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

**Пашенко Василий Николаевич** – зав. кафедрой КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: pashenkovn@bmstu.ru



## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕРВОДВИГАТЕЛЕЙ

*В современном мире идет постепенное включение роботов в нашу жизнь, многие действия, обычно выполняющиеся человеком, заменяются роботами. Такая наука как робототехника покоряет новые высоты каждый день. Сферы применения достаточно обширны: медицина, вооружении, повседневная жизнь, космических исследованиях и т.д. Многие спектры в жизни, человек уже и не представляет без робототехнических устройств. Неотъемлемой частью этого направления являются серводвигатели. Они служат для приведения в движение каких-либо робототехнических механизмов. В данной статье рассматриваются физика процесса, характеристики различных видов серводвигателей, их различия между собой, а также примеры области их применения в зависимости от характеристик.*

**Ключевые слова:** Серводвигатели, роботы, робототехнические устройства

Электрические машины имеют большой спектр применения: на электростанциях, на промышленных предприятиях, на транспортных средствах, в авиационной индустрии, в системах автоматического управления, в повседневной жизни. Электрические машины служат для конвертации механической энергии в электрическую и для обратного процесса. Такие устройства называются генераторами. Осуществление процесса преобразования энергии происходит при помощи двигателей.

### Физика процесса

Сущность работы электрических машин основывается на законах электромагнитного индуктивного взаимодействия, физика процесса представлена на рис. 1.

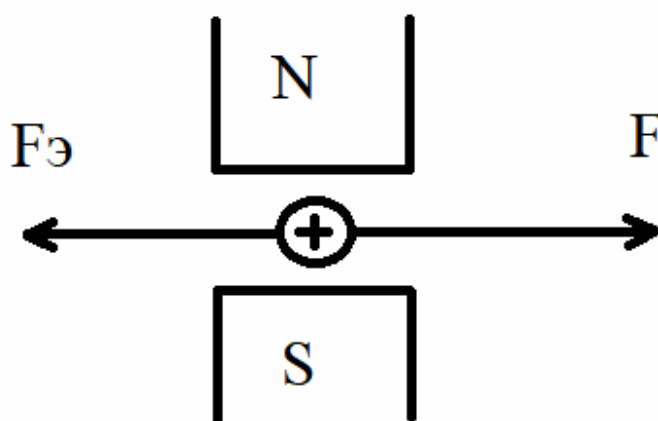


Рис.1. Физика процесса

При условии, что в магнитном поле полюсов электромагнитов или постоянных магнитов помещён проводящий элемент и под действием какой-либо силы  $F$  происходит его перемещение, то в нем возникает  $\mathcal{E}$ . В случае замыкания

проводника на какой-либо приемник энергии, в замкнутой цепи под действием Э. будет наблюдаться протекание тока, направление которого будет совпадать с Э. в проводнике. В результате взаимодействия тока в проводнике создается электромагнитная сила, направление её можно определить по правилу левой руки; она будет иметь направление навстречу силе, которая перемещает проводящий элемент в магнитном поле. При равенстве сил проводящий элемент подвергнется перемещению с неизменной скоростью. Соответственно, в электрической машине механическая энергия, затрачиваемая на перемещение проводящего элемента, конвертируется в электрическую энергию, которая будет отдана сопротивлению внешнего приемника энергии, то есть машина работает как генератор. Если по средствам другого, не входящего в цепь источника электрической энергии через проводящий элемент пустить ток, то в результате в проводнике с магнитным полем полюсов создается электромагнитная сила, под воздействием которой проводник будет двигаться в магнитном поле, при этом сила торможения будет слишком мала, чтобы ему помешать.

Можно сделать вывод, что такая машина так же, как и другие электрические машины, имеют обратную связь. Для увеличения Э. и электромеханических сил они используют обмотки, которые состоят из проводов, соединяющихся между собой, чтобы Э. в них имели одну направленность и складывались. В проводящем элементе будет присутствовать индукция даже, когда проводящий элемент не движется, а происходит перемещение только магнитного поля. Приведём классификацию серводвигателей на рис. 2.



**Рис.2.** Классификация серводвигателей

Разберём преимущества и недостатки серводвигателей в табл. 1 для того, чтобы понять область их применения

*Таблица 1.*

**Преимущества и недостатки серводвигателей**

Бесщёточный двигатель постоянного тока	Щёточный двигатель постоянного тока	Двигатель шаговый	Двигатель переменного тока
Преимущества			
Высокий КПД	Проще обслуживать и производить в виду конструктивных особенностей	Высокая надежность	Лёгкость и простота конструкции.
Простота эксплуатации	Более низкая цена по сравнению с бесщёточными	Относительно низкая цена	Не требуют особого обслуживания

Бесщёточный двигатель постоянного тока	Щёточный двигатель постоянного тока	Двигатель шаговый	Двигатель переменного тока
Большая выходная мощность	Ремонтопригодность высокая	Не требуют особого обслуживания	Высокая точность работы
Ремонтопригодность высокая			Высокая надежность
Относительно низкая цена			
<b>Недостатки</b>			
Малая надежность	Передача тока на коммутатор механическая	Низкая ремонтпригодность	Низкая ремонтпригодность
Нуждается в обслуживании	Малая надёжность из-за наличия механической передачи	Крутящийся момент падает при увеличении скорости вращения	Высокая цена
Тяжёлая , габаритная конструкция	Нуждается в частом обслуживании	Эффект потери шагов	Требует более аккуратного обращения с двигателем
		Малый КПД	

### **Заключение**

Исходя из таблицы выше можем сделать выводы , что у каждого серводвигателя есть свой более рациональный способ применения , к примеру применение шаговых двигателей в недорогих станках ЧПУ. Высококачественные сервоприводы применяют в оборудовании , которое ориентировано на производительность. Бесщёточные двигатели постоянного тока применяют если нужна точная регулировка частоты вращения , эффективность , большая плотность мощности , к примеру в оборонной промышленности , а их щёточную версию применяют для удешевления и ускорения производства. Также , хочется отметить , что серводвигатели могут в какой то степени взаимозаменяемыми в некоторых отраслях.

### **Список литературы**

- [1]. Сервопривод // Докл. науч.-метод. семинара. — С 321 М.: Издательство МЭИ, 2013. — 88 с.\
- [2]. SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG P.O. Box 3023 · D-76642 Bruchsal / Germany, 2006

**Левченко Павел Павлович** – студент МК7-62Б КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: paw.levchencko2017@yandex.ru

**Васильчук Николай Юрьевич** – преподаватель КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

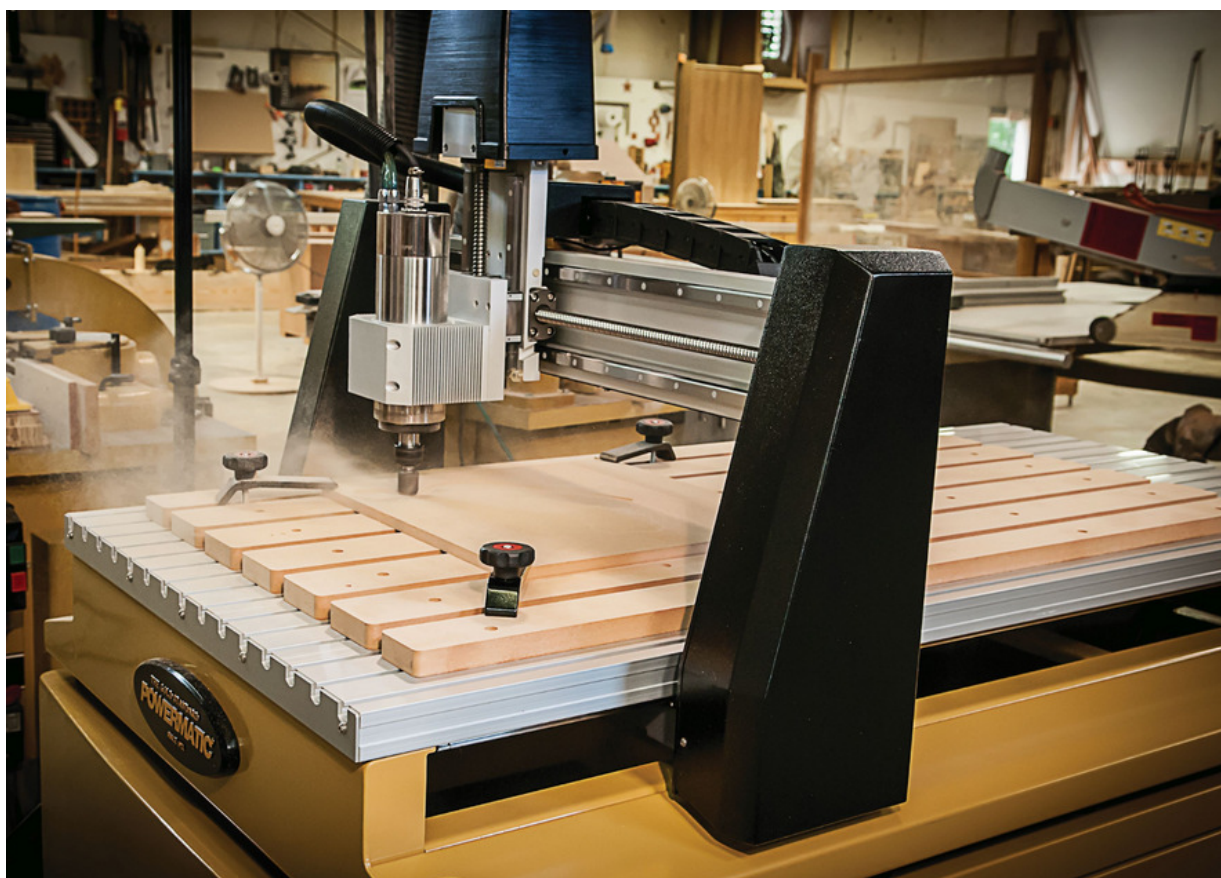
**Пашенко Василий Николаевич** – зав. кафедрой КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: pashenkovn@bmstu.ru

## УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ СТАНКОВ С ЧПУ

*Станок с ЧПУ - это устройство с компьютерным управлением, которое может резать, вырезать и фрезеровать запрограммированные конструкции из дерева, МДФ, пластмасс, пен и металлов. В этой статье мы рассмотрим, для чего нужны станки с ЧПУ, принцип работы таких станков, а также какие функции способна выполнять система ЧПУ.*

**Ключевые слова:** станки с ЧПУ, система ЧПУ, программное обеспечение, блок управления.

До ЧПУ станки управлялись вручную механиками. С помощью ЧПУ компьютер управляет сервоприводами, которые приводят машину в действие (см. рис. 1). Таким образом, постоянного человеческого внимания не требуется, хотя для запуска станков все же необходимы операторы [2].



**Рис. 1.** Станок с ЧПУ

Станок с программным обеспечением несколько отличается от своего более простого товарища без ЧПУ. Станок оснащен компьютеризованной системой, на которую устанавливается специальное программное обеспечение. Все функциональные возможности внесены в него с помощью языков программирования, а все действия станка будут максимально точны и однозначны [3].

Система ЧПУ способна выполнять следующие функции:

1. Управление процессами обработки деталей из различных материалов (металлы, древесина, пластик и т. п.). Для этого данной системой обеспечивается станочный парк (станки с ЧПУ).

2. Управление асинхронными электродвигателями. Их плавная регулировка крайне затруднена, а ЧПУ позволяет применять «векторное управление».

3. Управление промышленными роботами.

4. Управление периферическими устройствами различного назначения. Характерные примеры: 3D-принтеры и сканеры.

Далее мы детально разберем, как работают станки с ЧПУ.

Программисты ЧПУ пишут программы обработки деталей, используя специальный язык программирования G-Code. Программа обработки детали создается либо посредством написания кода с нуля, либо с помощью специального программного обеспечения — САМ, которое преобразовывает чертеж детали, созданный в программах САД, в G-код.

Далее программа обработки детали вводится в блок управления станка, в котором происходит весь процесс обработки данных, он подготавливает все команды движения и отправляет их в систему привода. Привод контролирует движение и скорость блоков станка. Система обратной связи фиксирует данные о положении и скорости движения осей и отправляет сигнал в блок управления, в блоке управления сигналы обратной связи сравниваются с исходными, если есть ошибки — он исправляет их и отправляет в исполнительный механизм новые сигналы для корректировки процесса.

Станки с ЧПУ – новый шаг в развитии промышленной деятельности, благодаря которому можно не только значительно упростить все системы управления оборудованием и устройствами, но и создать продукцию высокого качества при минимальных затратах материалов разного вида [1].

## **Заключение**

Таким образом, **станки с ЧПУ** обладают широким спектром возможностей, обеспечивают быструю и высокоточную обработку, обладают достаточным запасом надёжности и удобством эксплуатации. Такие станки являются важной частью современной автоматизации, применение которой необходимо для сохранения рентабельности и получения прибыли предприятиями, так как является важным условием обеспечения качества и скорости производства.

## **Список литературы**

- [1]. <https://top3dshop.ru/blog/klassifikatsija-stankov-s-chpu.html>
- [2]. <https://vektorus.ru/blog/chto-takoe-cnc.html>
- [3]. <https://inlaser.pro/company/articles/vidy-naznachenie-i-preimushchestva-stankov-s-chpu/>

**Краскова Ксения Сергеевна** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [kraskovaks@student.bmstu.ru](mailto:kraskovaks@student.bmstu.ru)

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [vasilchuknu@bmstu.ru](mailto:vasilchuknu@bmstu.ru)

## РОБОТЫ-КВАДРОКОПТЕРЫ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА

### *Зачем и для чего нужен*

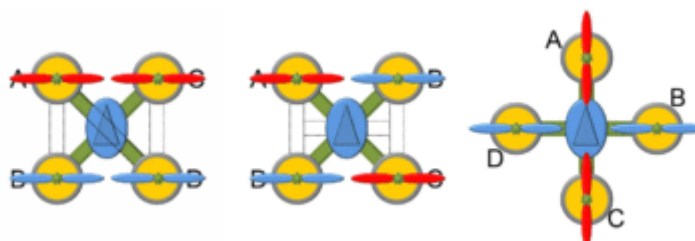
Предназначение современного беспилотника очень широко и разнообразно. Он находит своё приложение в целом ряде областей, связанных как с получением удовольствия, так и с работой:

- воздушные гонки и развлечения;
- профессиональная видеосъемка;
- видеонаблюдение и охрана объектов;
- спасательные операции;
- археология и картография;
- сельское хозяйство;
- охота и рыбалка;
- доставка небольших грузов.

В последние годы лучшие квадрокоптеры нацелены на решение множества нестандартных производственных задач. Чаще всего их применяют там, где присутствие людей нежелательно или опасно – в шахтах и карьерах, при осмотре трубопроводов и высотных сооружений, в вулканических кратерах, при изучении погодных явлений и пр. У нас есть целый раздел, посвящённый таким моделям. Для таких целей нужен квадрокоптер с камерой.



### *Как летает квадрокоптер* **Принципы работы**



На беспилотник устанавливаются 4 электромотора и столько же воздушных винтов. Два диагональных пропеллера вращаются по часовой стрелке (CW), два других (CCW) – против. Интенсивность вращения и подъёмная сила определяют скорость и направление перемещения нашего дрона.

Если два правых двигателя будут крутиться быстрее, чем левые, они наклонят и погонят машину влево. В противном случае все произойдёт наоборот. Если задние винты разогнать сильнее передних, дрон клюнет и полетит вперёд. Если будет иначе, голова машины приподнимется. Манёвры относительно вертикальной оси выполняются одновременным ускорением пропеллеров CW с соответствующим замедлением винтов CCW. Повороты в противоположном направлении требуют разгона группы CCW и торможения CW. Равномерное вращение заставит дрон взлететь или опуститься.

Главным электронным компонентом является полётный контроллер. Он реагирует на все поступающие через приёмник команды и отдаёт распоряжения блокам ESC, которые определяют тягу и интенсивность вращения двигателей. Стабильность поддерживается показаниями гироскопа, измеряющего углы тангажа, крена и рыскания.

### **Заключение**

Таким образом, роботы-квадрокоптеры представляют собой уникальный вид роботов, который может применяться в самых различных отраслях. Благодаря своей гибкости, мобильности и способности к адаптации к различным условиям, они могут выполнять задачи, которые в настоящее время являются слишком сложными или опасными для человека. В будущем роботы-квадрокоптеры будут продолжать совершенствоваться и находить все новые области применения, что делает их одними из самых перспективных видов роботов для будущего.

### **Список литературы**

- [1]. (mykvadrocopter.ru)
- [2]. <https://radiocopter.ru/istoriya-robototekhniki-proiskhozhdenie-pervykh-robotov/>

**Матюшенко Максим Евгеньевич** – студент МК7 КФ МГТУ им. Н.Э.Баумана. E-mail: maxortoncena@gmail.com



## МОДЕЛИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ В СРЕДЕ ROS

Моделирование в среде robot operating system представляет собой перенос модели из САПР с последующей корректировкой кода для определения её в мирах ROS, и дальнейшим написанием кода для моделирования движения робота, включающим в себя расчет кинематики, одометрии, либо же прямой и обратной задачи координат, для наилучшего ориентирования его в пространстве.

**Ключевые слова:** ROS, Rviz, Gazebo, симулятор, URDF.

При моделировании движения мобильной платформы в среде ROS необходимо установить библиотеку URDF для программы SolidWorks. URDF или Объединенный Формат Описания Робототехники, является спецификацией XML, которая используется для моделирования систем сложных тел, например роботов-манипуляторов для производственной сборки деталей, или же, как в данном случае, для мобильной платформы. После установки необходимо создать иерархию сочленений, используя Link. Так, корпус является основным Link и к нему необходимо построить систему координат, расположенную по центру плиты, для наилучшего определения модели в среде Gazebo и Rviz. Помимо этого, для корректной работы этой модели в Ros, так как переносится 3D модель из SolidWorks в текстовом формате, то есть в формате кода, необходимо указать точные единицы веса, ведь благодаря этому находится инерция тел. После необходимо задать для каждой детали индивидуально свои Joint, в случае с роликом или корпусом колесом используется Continius Joint, то есть бесконечное вращение. Для остальных выставляется Fixed и аналогично предыдущим, строится отдельная система координат. (Рисунок 1)

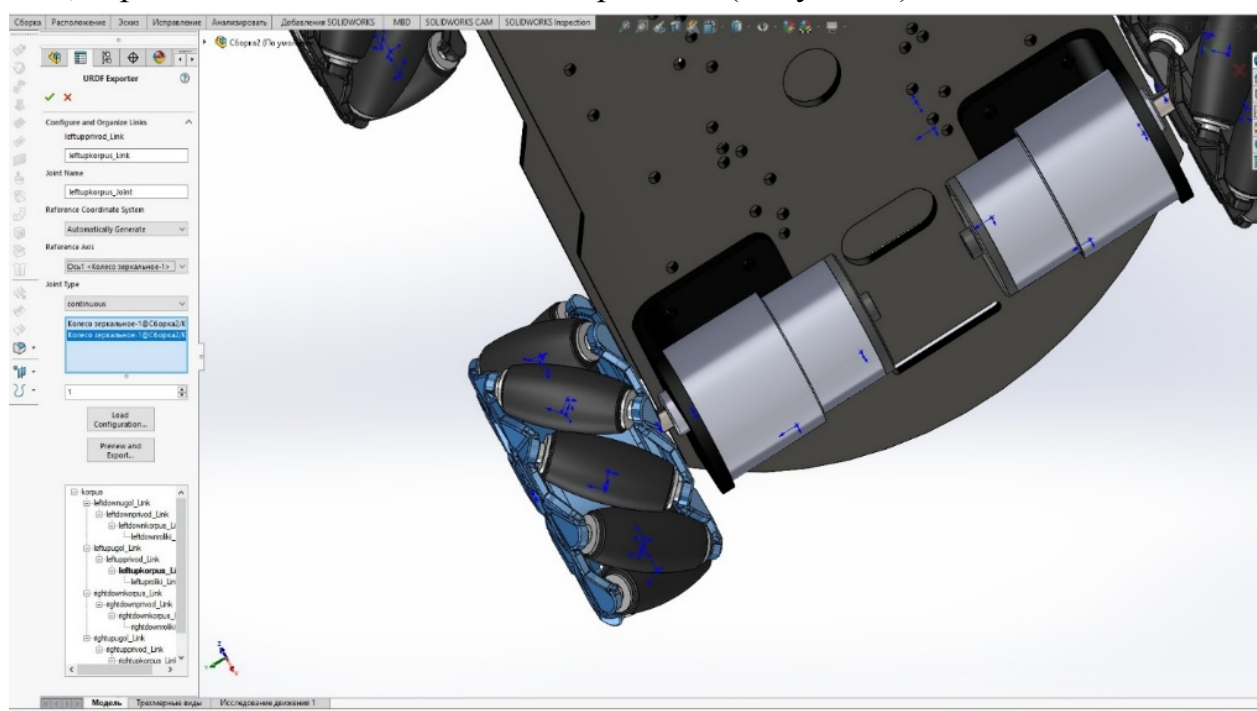


Рис. 1. Экспорт в URDF формат

Так или иначе, URDF может указать только кинематические и динамические свойства одного механизма изолированно. URDF не может указать положение платформы в мире. Это также не универсальный формат описания, поскольку он не может указывать шарнирные петли (параллельные связи), а также не имеет трения и других свойств. Кроме того, он не может указывать вещи, которые не являются роботами, такие как источники света, карты высот и т. д.

После этого, переносим файлы URDF в Ubuntu 20.04 с установленным ROS и создаём отдельную папку под URDF, после начинаем форматировать полностью код, так как при переводе в urdf в нём изменились изначальные ссылки на детали, их нужно редактировать в нынешнее расположение файлов и также требуется объединить 2 кода для gazebo и rviz.

Следующим шагом необходимо объединить карту местности, заранее построенную датчиком lidar с моделью, перенесённой в форме кода в Ubuntu. Это нужно для оценки карты местности и мобильной платформы, экспортированной и открытую с помощью gazebo. Gazebo — это динамический 3D симулятор с открытым исходным кодом.

Сам симулятор состоит из сервера gzserver, который просчитывает физику, столкновений и симуляцией сенсоров. К серверу могут подсоединяться клиенты, например gzclient (для десктопа) и gzweb (для браузера). Именно они занимаются рендерингом моделей.

Все это дает возможность тестировать сложные робототехнические системы в виртуальном пространстве гораздо быстрее и без риска нанести ущерб дорогостоящим настоящим роботам.

Gazebo включен в полный установочный пакет ROS, поэтому дополнительно ничего устанавливать не нужно. После объединения форматов получаем 3d модель в среде rviz (рис. 2).

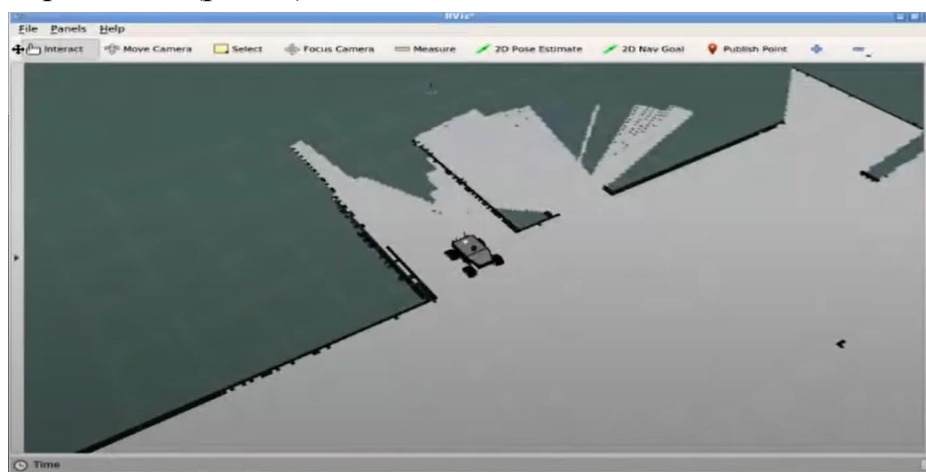


Рис. 2. Мобильная платформа в среде rviz

## Заключение

Таким образом, для минимального моделирования движения достаточно лишь перенести модель в ROS, но для этого необходимо обладать базовыми знаниями программирования в Linux. Для более корректной работы модели, необходимо в дальнейшем посчитать её кинематику и одометрию. Говоря абст-

рактно, ROS – одна из лучших сред для программирования и моделирования движения роботов.

### **Список литературы**

[1]. Адамов, Б. И. Моделирование движения робота с механум-колёсами в системе Mathematica 7.0 / Б. И. Адамов // Инновационные информационные технологии. — 2013. — Т. 2, № 2. — С. 105–109.

[2]. Носков В. П., Рубцов В. И., Рубцов И. В., «Математические модели движения и системы технического зрения мобильных робототехнических комплексов», – М.: Издательство МГТУ, 2015.

[3]. <https://e.lanbook.com/book/121467>

**Суслаков Егор Николаевич** – студент группы МК7-82 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: suslakoven@student.bmstu.ru

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

## МЕХАНИЗМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ СОВМЕСТНОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ

*Механизмы с параллельной кинематикой более полувека применяются в промышленности, космической отрасли, медицине, сфере развлечений. На первый взгляд область исследований, связанная с этими устройствами, выглядит исчерпанной, однако с развитием техники системы параллельной кинематики также усложняются и повышают свою эффективность.*

**Ключевые слова:** механизмы параллельной структуры, механизмы совместного относительного манипулирования, применение механизмов совместного относительного манипулирования.

Механизмы параллельной структуры воспринимают нагрузку подобно пространственным фермам и в силу этого обладают повышенными показателями по точности и грузоподъёмности. В данных механизмах выходное звено соединено с основанием несколькими кинематическими цепями, каждая из которых содержит привод, либо налагает некоторое число связей на движение выходного звена.[1]

Исследования механизмов параллельной структуры достаточно подробно описаны в монографиях: Ж.-П. Мерле, К. Конга и К. Гослена, М. Чекарелли, В.А. Глазунова, А.Ш. Колискова и А.Ф. Крайнева, а также в целом ряде других работ.

Механизмы относительного манипулирования — это особый класс механизмов параллельной структуры, в котором совмещены функции манипулятора перемещения инструмента и манипулятора перемещения детали. Эти механизмы в комплексе выполняют операцию обработки. Преимущество механизмов относительного манипулирования состоит в том, что реализована возможность использовать в одном механизме как выполнение операции обработки, так и перемещения инструмента и детали относительно друг друга.

Последнее время пристальное внимание разработчиков приковано к механизмам параллельной структуры. Они принимают нагрузку подобно пространственным фермам, это повышает их точность и грузоподъёмность. Такие механизмы нашли более широкое применение как технологические, манипуляционные, измерительные системы.

Однако у данных механизмов есть недостатки. Один из них ограниченный рабочий объём, происходящий из-за интерференции звеньев кинематических цепей, другой кинематическая и динамическая связанность между степенями свободы. Для увеличения производительности и уменьшения влияния этих недостатков разумно применять совместное относительное манипулирование механизмов параллельной структуры.

Положительной чертой механизмов относительного манипулирования является то, что их общее число степеней свободы складывается из чисел степеней свободы совместно работающих механизмов. Так, механизм с последова-

тельной структурой с пятью степенями свободы можно представить, как систему, состоящую из двух последовательно соединенных механизмов с двумя и тремя степенями свободы. По возможности двигатели этих механизмов располагают ближе к основанию, за счет этого они испытывают относительно меньшее взаимное влияние при работе механизма. Также один механизм может скорректировать перемещения другого модуля.

Механизм относительного манипулирования представляет собой единую замкнутую цепь с общей кинематической парой или общим кинематическим соединением выходных звеньев. Таким образом этот механизм обладает максимальной эффективностью (точность, быстродействие и т.п.) и минимальными энергетическими затратами.

Механизмы совместного относительного манипулирования нашли широкое применение в медицине, на производстве и т.д., к примеру, в некоторых обрабатывающих механических комплексах, заготовку помещают на транспортную пластину, которая является частью подвижной замкнутой системы. Такая система может выбирать детали на изготовление, правильно подавать их, перемещать, ориентировать их относительно манипулятора, который перемещает рабочий инструмент. Эти механизмы используют для работы со сложными поверхностями, такими как, лопатки турбин.

### **Заключение**

Исходя из всего вышесказанного можно сделать заключение, что механизмы параллельной структуры имеют хорошие перспективы, в частности механизмы совместного относительного манипулирования. Благодаря своим достоинствам данный вид манипуляторов находит все больше применения в повседневной жизни. В будущем механизмы совместного относительного манипулирования будут все чаще применяться в производстве вытесняя человеческий труд.

### **Список литературы**

[1]. Пашенко В.Н., Шарапов И.В., Рашоян Г.В., Быков А.И. Построение рабочей зоны манипуляционного механизма совместного относительного манипулирования. Проблемы машиностроения и надежности машин. 2017. № 3. С. 11-17.

[2]. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение изд.2 Уч. пос. для студ. ВУЗов. МАШИНОСТРОЕНИЕ, 2007 г. - 256 с.

**Рахимходжаев Абдуллаходжа Зиедулла угли** – студент, бакалавр КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: raz18km153@student.bmstu.ru

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ НАХОЖДЕНИЯ ОСОБЫХ ПОЛОЖЕНИЙ РОБОТОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

*При решении задач кинематического анализа как правило составляются уравнения связей. Для скоростей и особых положений механизма существуют несколько методов их определения, каждый из которых обладает своими уникальными особенностями. В этой статье мы рассмотрим три метода расчета особых положений и научимся определять их разновидности.*

**Ключевые слова:** *последовательно-параллельные двойственности, сингулярности, рабочее пространство, обратная связь, параллельный манипулятор, обобщенные координаты.*

### *Методы нахождения особых положений*

Наиболее известными подходами для определения сингулярных положений являются:

1) Метод Д. Анджелеса и К. Гослена. Основан на нахождении матриц Якоби, для записи которых составляются уравнения связи, обосновывающих взаимосвязь между набором обобщенных координат, а также значениями координат и углов положения выходного звена механизма.

2) Метод нахождения условий бифуркаций для определения сингулярных положений. Метод основывается на следующем утверждении: условия бифуркаций характеризуют неустойчивые положения механизма с точки зрения его структурных параметров, а сингулярности описывают эти же положения в пространстве. Условия бифуркаций могут быть найдены через составление матриц Якоби и Гессияна, через уравнения равновесия или совместимости в замкнутых кинематических структурах, а также посредством анализа уравнений связей более высокого порядка.

3) Метод силовых винтов. Метод основан на определении силовых винтов, которые передаются на выходное звено посредством кинематических цепей. При этом условием вырожденности является линейная зависимость найденных силовых винтов.

### *Классификация особых положений механизма по Д. Анджелесу и К. Гослену*

Например, в параллельном манипуляторе входной вектор  $\theta$  представляет собой набор задействованных шарниров, а выходной вектор  $x$  представляет декартовы координаты элементы схвата. Однако, как правило, результат не обязательно должен быть набором декартовых координат, а также могут соответствовать углам сочленений или смещению. Кроме того, хотя количество входов и выходов не должны быть равными, количество независимых входов и выходов всегда будет быть таким же, за исключением наличия избыточностей, и, следовательно, можно предположить, что векторы  $\theta$  и  $x$  имеют одинаковую размерность, что быть равным степени свободы связи, скажем  $n$ . Отношение между входными и выходными координатами записывается как

$$F(x, \theta) = 0$$

где  $F$  -  $n$ -мерная неявная функция  $\theta$  и  $x$ , а  $0$  -  $n$ -размерный нулевой вектор. Дифференцируя уравнение по времени, получаем соотношение между входной и выходной скоростями:

$$A \cdot \dot{x} + B \cdot \dot{\theta} = 0$$

$$A = \frac{\partial F}{\partial x};$$

$$B = \frac{\partial F}{\partial \theta}$$

где  $A$  и  $B$  - матрицы Якоби размера  $n \times n$ . Матрицы  $A$  и  $B$  зависят от конфигурации, т. е.  $A = A(x, \theta)$ ,  $B = B(x, \theta)$ .

Как указано выше, особенности возникают в конфигурациях, в которых либо  $A$  или  $B$  становится единичным числом. Таким образом, для общих кинематических цепей с замкнутым контуром можно различить три типа особенностей, которые имеют разные физические интерпретации [1].

1) Сингулярность первого типа возникает, когда выполняется следующее условие:

$$\det(B) = 0$$

Соответствующая конфигурация - та, в которой цепь достигает либо границу его рабочего пространства или внутреннюю границу, ограничивающую различные подобласти рабочего пространства, в которых количество решений неодинаково [3].

Другими словами, такая особенность включает в себя множества точек, в которых встречаются различные решения обратной задачи кинематики, обратная задача кинематики понимается здесь как вычисление значений входных переменных из заданных значений выходных переменных [1]. Поскольку  $B$  отлична от нуля при наличии особенности первого рода, можно найти ненулевые векторы  $\dot{\theta}$ , для которых  $\dot{x}$  будет равны нулю и, следовательно, некоторые из векторов скорости  $\dot{x}$  не могут быть произведены на выходе. Обычно это скорости, ортогональны и направлены за пределы рабочего пространства.

В такой конфигурации, говорим, что выходной канал теряет одну или несколько степеней свободы и в силу последовательно-параллельной двойственности отсюда следует, что выходное звено может сопротивляться одной или нескольким силам или моментам, не прилагая каких-либо крутящих моментов или сил в приводных соединениях. Если рассматриваемая кинематическая цепь механизма соответствует конфигурации первого вида, то выходное звено находится в мертвой точке.

2) Сингулярность второго типа возникает, когда мы имеем следующее:

$$\det(A) = 0$$

Это соответствует конфигурациям, в которых захват может перемещаться локально. даже когда все задействованные шарниры заблокированы [3]. В от-

личие от первого, эта своего рода особенность лежит в пределах рабочего пространства цепочки и соответствует точке или множеству точек, где встречаются разные решения прямой задачи кинематики [1]. В прямой задаче кинематики желательно получить значения выходных переменных из заданных значений входных переменных. В этом случае нулевое пространство  $A$  не пусто, существует ненулевая скорость вывода векторов  $\dot{x}$ , которые отображаются в начале координат посредством  $A$ , т. е. которые будут соответствовать нулевой скорости входных сочленений. В такой конфигурации мы говорим, что выходное звено получает одну или несколько степеней свободы и в силу последовательно-параллельные двойственности, это означает, что выходное звено не может сопротивляться одной или несколько сил или моментов, даже когда все приводы заблокированы. Если рассматриваемая кинематическая цепь представляет собой механизм, соответствует конфигурации второго рода, то входное звено находится в мертвой точке.

3) Третий вид сингулярности имеет несколько иную природу, чем первые два, поскольку для этого требуются условия для параметров связи. Этот случай, когда для определенных конфигураций  $A$  и  $B$  становятся одновременно сингулярными. Если выполняются определенные условия по параметрам связи, кинематическая цепь может достигать конфигураций, в которых отношение положения, заданное вырождается. Это соответствует конфигурациям, в которых цепь может совершать конечные движения, когда ее приводы заблокированы или в которых конечное движение входов не приводит к движению выходов.

### **Заключение**

В ходе статьи был произведен обзор методов нахождения особых положений механизмов параллельной структуры. Рассмотрены условия появления сингулярностей каждого типа и их влияние на подвижность механизма.

### **Список литературы**

[1]. Gosselin C.M., Angeles J. Singularity analysis of closed-loop kinematic chains/ C.M. Gosselin, J. Angeles // IEEE Transactions on Robotics and Automatics. –1990.

[2]. Пащенко В.Н., Романов А.В., Власовский А.И., Мясоедов К. Определение зависимости манипулятивности шестизвенного механизма от его геометрических параметров методами численного моделирования Журнал: электронные информационные системы.2020. (24), С.14-22

[3]. Хейло С.В. Решение задачи о скоростях и особых положениях сферического манипулятора параллельной структуры /С.В. Хейло, В.А. Глазунов, Во ДиньТунг// Машиностроение и инженерное образование. – 2011. –№ 1. – С. 2

**Бадалбаев Тимур Ахмаджанович** – студент, бакалавр КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: bta19km013@student.bmstu.ru



**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [vasilchuknu@bmstu.ru](mailto:vasilchuknu@bmstu.ru)

## ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ МЕСТНОСТИ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА В ПРОСТРАНСТВЕ

*Построение карты местности и локализация мобильного робота в пространстве являются одной из главных задач при проектировании мобильного робота. В этой статье мы рассмотрим методы построения карты местности и локализации мобильного.*

**Ключевые слова:** *мобильный робот, карта местности, локализация робота, SLAM алгоритм, алгоритм Монте-Карло.*

SLAM (англ. simultaneous localization and mapping — одновременная локализация и построение карты) — метод, используемый в мобильных автономных средствах для построения карты в неизвестном пространстве или для обновления карты в заранее известном пространстве с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути. Популярные методы приближённого решения данной задачи — фильтр частиц и расширенный фильтр Кальмана. Некоторые реализации метода используются в беспилотных автомобилях, летательных аппаратах, автономных подводных аппаратах, планетоходах, и даже внутри человеческого тела.

Насущность проблемы связана с тем, что карты, обычно используемые для навигации агентов, в основном отражают вид пространства, зафиксированный в момент их построения, и совсем не обязательно, что вид пространства будет тем же в момент использования карт. При этом сложность технического процесса определения текущего местоположения с одновременным построением точной карты обусловлена низкой точностью приборов, участвующих в процессе вычисления текущего местоположения. Метод одновременной навигации и построения карты увязывает два независимых процесса в непрерывный цикл последовательных вычислений, при этом результаты одного процесса участвуют в вычислениях другого процесса.

Задача SLAM заключается в вычислении оценки местоположения  $x_t$  агента и карты окружающей среды  $m_t$  из ряда наблюдений  $o_t$  над дискретным временем с шагом дискретизации  $t$ . Все перечисленные величины являются вероятностными. Цель задачи состоит в том, чтобы вычислить  $P(m_t, x_t | o_{1:t})$ . Применение правила Байеса является основой для последовательного обновления апостериорного местоположения, учитывая карту и функцию перехода  $P(x_t | x_{t-1})$  [1].

$$P(x_t | o_{1:t}, m_t) = \sum_{m_{t-1}} P(o_t | x_t, m_t) \sum_{x_{t-1}} P(x_t | x_{t-1}) P(x_{t-1} | m_t, o_{1:t-1}) / Z \quad (5)$$

Точно так же карта может обновляться последовательно [2]:

$$P(m_t, x_t | o_{1:t}) = \sum_{x_t} \sum_{m_t} P(m_t | x_t, m_{t-1}, o_t) P(m_{t-1}, x_t | o_{1:t-1}, m_{t-1}) \quad (6)$$

Как и во многих других проблемах логического вывода, оперируя двумя вероятностными переменными, можно прийти к локальному оптимальному решению, применяя EM-алгоритм.

Для реализации SLAM алгоритма воспользуемся ROS (рис. 11).

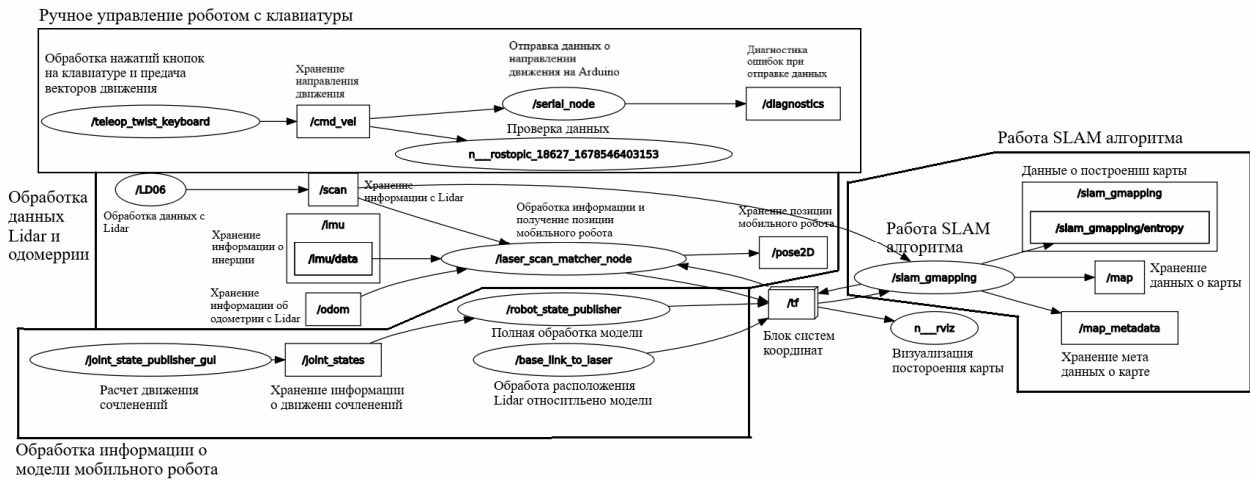


Рис. 12. Схема построение карты местности в ROS

На рис. 13-14 представлен результат работы SLAM алгоритма.

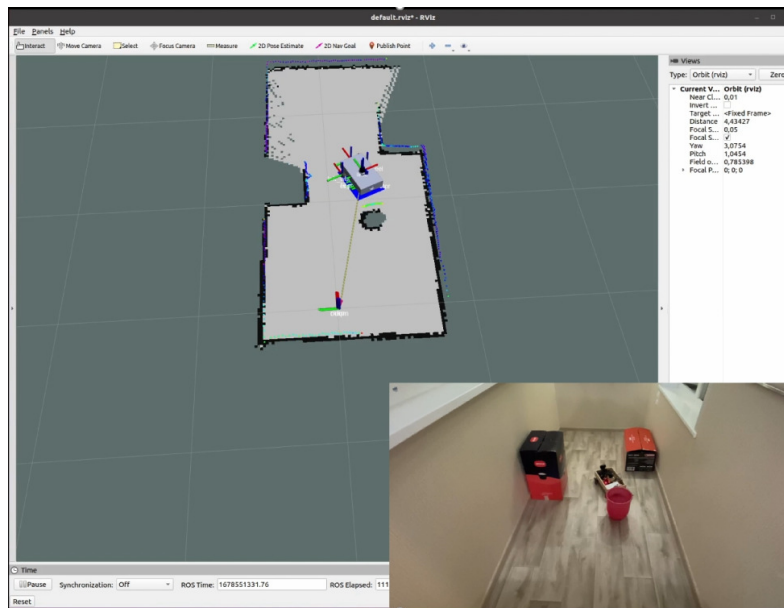


Рис. 13. Построение карты местности

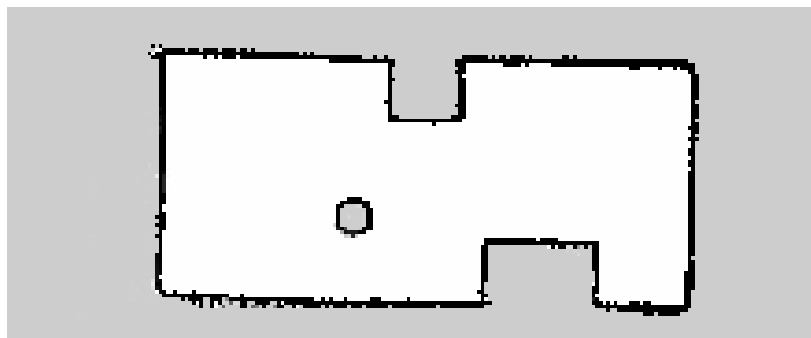


Рис. 14. Построенная карта местности

Алгоритм Локализации Монте-Карло (MCL) используется, чтобы оценить положение и ориентацию робота. Алгоритм использует известную карту среды, данных о датчике области значений и данных датчика одометрии.

Чтобы локализовать робота, алгоритм MCL использует фильтр частиц, чтобы оценить его положение. Частицы представляют распределение вероятных состояний для робота. Каждая частица представляет возможное состояние робота. Частицы сходятся вокруг одного местоположения, когда робот перемещается в среду и обнаруживает различные части среды с помощью датчика области значений. Движение робота обнаруживается с помощью датчика одометрии.

Частицы обновляются в этом процессе:

1. Частицы распространены на основе изменения в положении и заданной модели движения.

2. Частицы являются присвоенными весами на основе вероятности получения датчика области значений, читающего для каждой частицы.

3. На основе этих весов оценка состояния робота извлечена на основе весов частицы. Группа частиц с самым высоким весом используется, чтобы оценить положение робота.

4. Наконец, частицы передискретизируются. Передискретизация регулирует положения частицы и улучшает производительность путем корректировки количества используемых частиц. Это - ключевая возможность для корректировки к изменениям и хранения частиц, важных для оценки состояния робота.

Алгоритм выводит предполагаемое положение и ковариацию. Эти оценки являются средним значением и ковариацией самого высокого взвешенного кластера частиц. Для непрерывного отслеживания повторяются эти шаги в цикле, чтобы распространить частицы, оценить их вероятность и получить лучшую оценку состояния.

Используя алгоритм Монте-Карло выполним локализацию мобильного робота на заранее построенной карте местности (рис. 16)

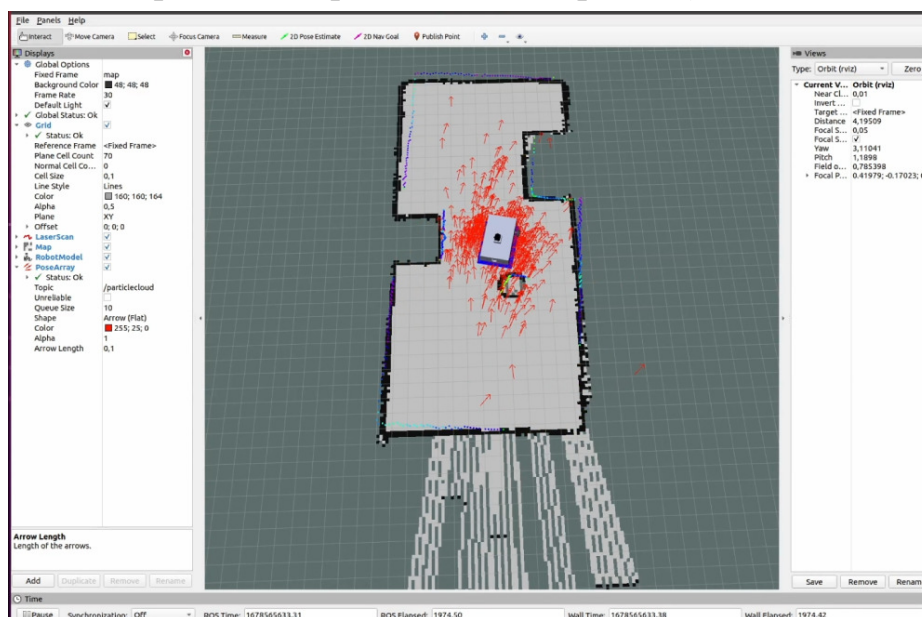


Рис. 16. Локализация мобильного робота в пространстве

Схема работы алгоритма в ROS представлены на рис. 17.

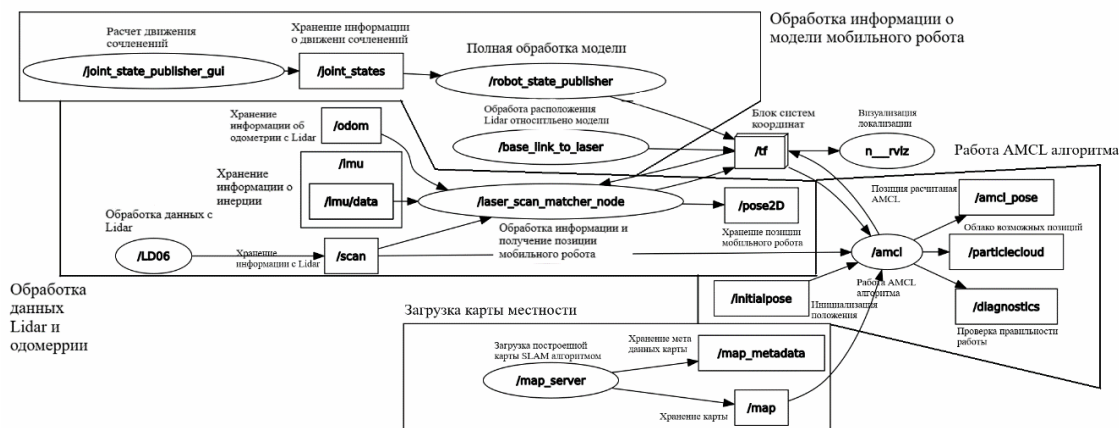


Рис. 17. Схема работы алгоритма

### Заключение

По построенным графикам видно, что оба метода дали достаточную точность в построении траектории движения выходного звена при малом количестве опорных точек. Однако при количестве точек равном 17 и более, второй способ теряет работоспособность и выводит неверные значения, что связано с неточностью вычислений в полиномах с высокой степенью. Второй метод, не смотря на большее число вычислений более универсален так как может быть применен к траектории с любым количеством опорных точек.

### Список литературы

- [1]. Давыдов, О. И. Метод определения позиции и ориентации мобильного робота с лазерным сканером / О. И. Давыдов, А. К. Платонов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2015. – № 45. – С. 1-20. – EDN UAATEV.
- [2]. Формальные подходы к проектированию алгоритмов информационного обеспечения мобильных систем (выбор пути, навигация, надежность) / А. А. Кирильченко, Е. Ю. Зуева, А. К. Платонов, С. М. Соколов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2008. – № 19. – С. 1-32. – EDN OYFIYT.

**Гайгеров Максим Алексеевич** – студент группы МК7-81 КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: gayerovma@student.bmstu.ru

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

## СИМУЛЯЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ

Платформа ориентирования предназначена для закрепление обрабатываемого объекта на поворотном столе и его вращение относительно рабочего органа верхнего механизма. В этой статье мы рассмотрим метод моделирования движения платформы ориентирования в программе Simulink Simscape.

**Ключевые слова:** платформа ориентирования, симуляция движения, обратная задача кинематики.

Объектом для метод моделирования движения платформы ориентирования является платформа ориентирования (рис. 1).

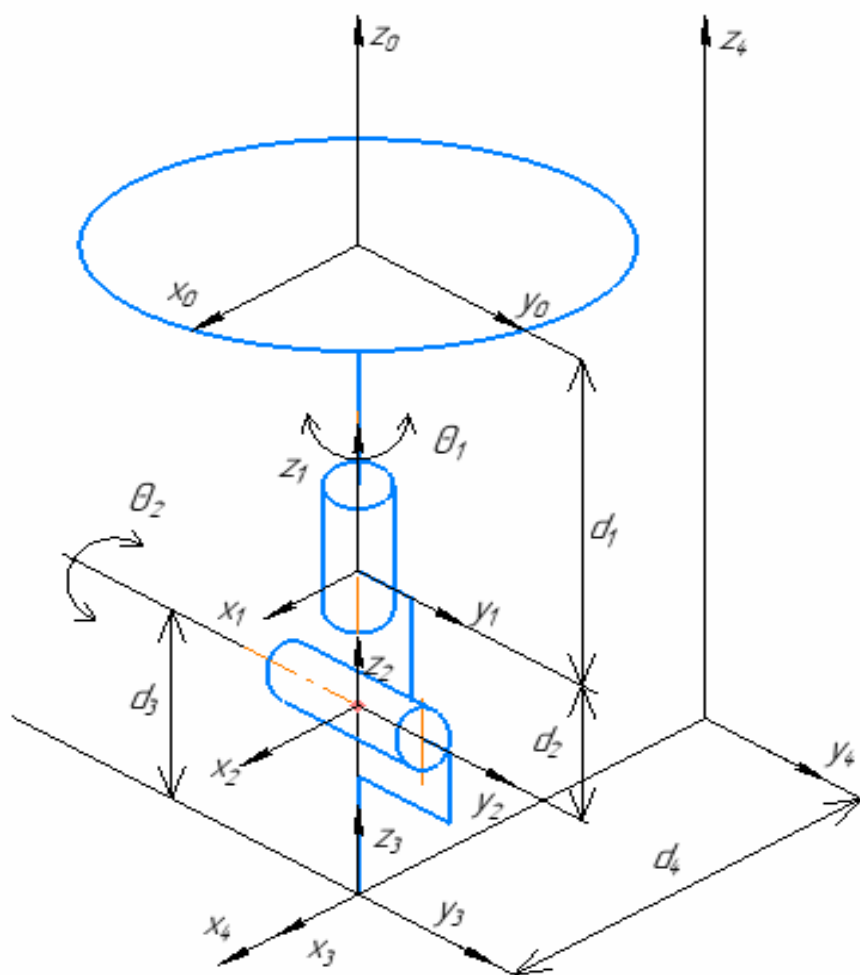


Рис. 1. Структурная принципиальная схема платформа ориентирования

Для моделирования движения, в программе Simulink Simscape соберём модель МСОМ. Перед этим упростив её в программе SolidWorks. В каждом блоке solid находится часть механизма, которая с помощью выставленных на ней осей координат соединяется с последующей (рис. 2).

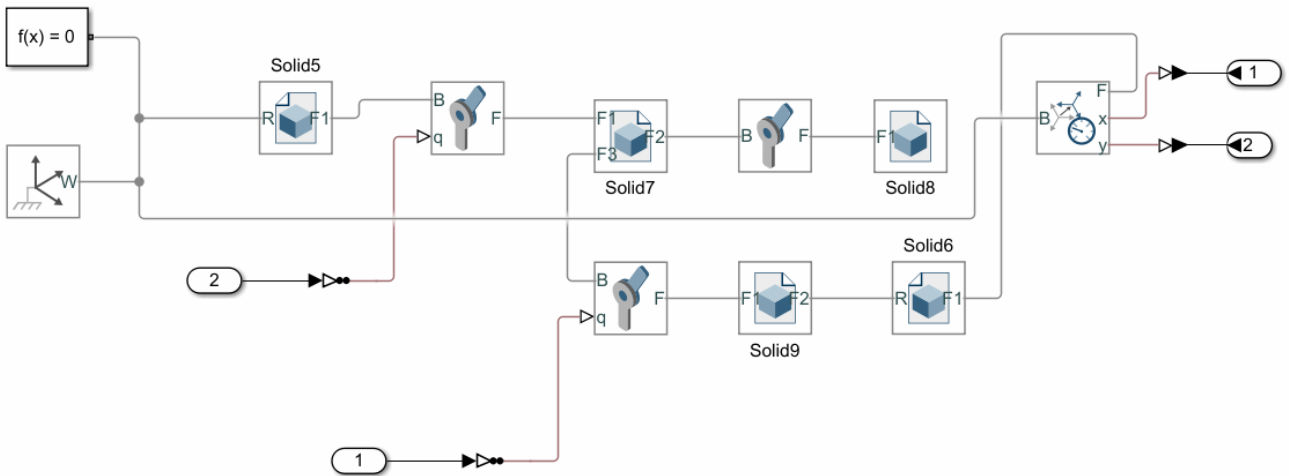


Рис. 2. Вид модели платформы ориентирования в программе Simulink simscape

Следующим шагом соберём схему для моделирования ОЗК в Simulink. В блоке Subsystem находится представленная выше схема механизма в блоке Function решается обратная задача кинематики, в блоке Signal Builder задаются начальные координаты положения механизма (рис. 3).

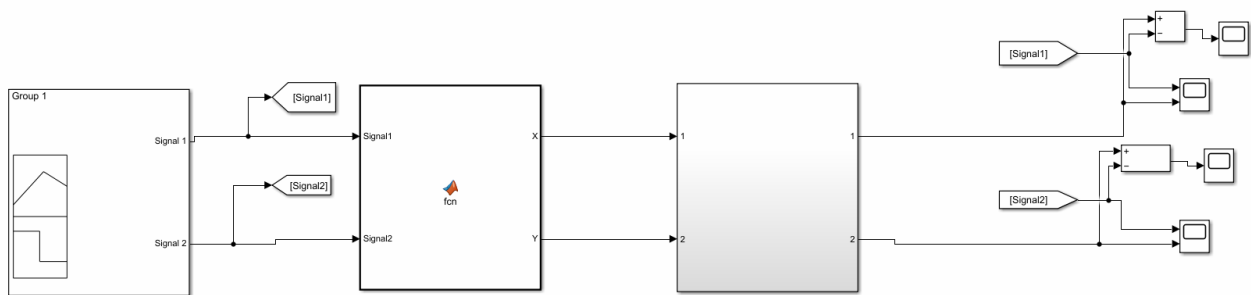


Рис. 3. Схема в среде matlab

В результате расчёта с помощью решения обратной задачи кинематики механизм из начально заданных углов поворота механизма поворачивается в начальное положение (рис. 4).

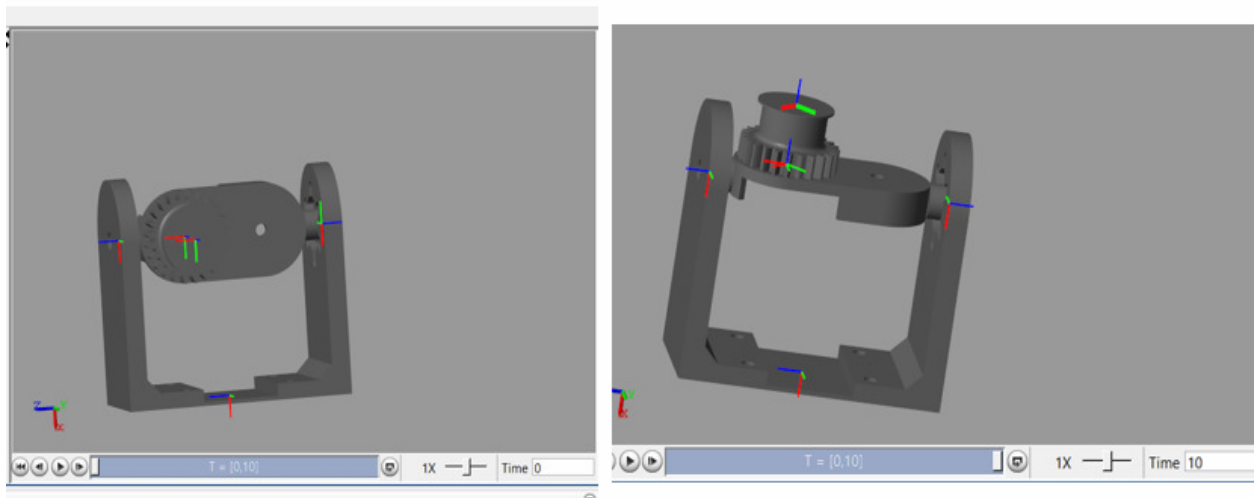


Рис. 4. Результат моделирования движения

## **Заключение**

В результате моделирования движения можно сделать вывод, что механизм переместился из заданного положения в начальное положение, после перерасчёта обратной задачи кинематики.

## **Список литературы**

[1] Борисов, М. М. Имитационное моделирование мехатронных систем : учебно-методическое пособие / М. М. Борисов, А. А. Колюбин. — СПб: НИУ ИТМО, 2020. — 103 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/190877>

[2] Пащенко В.Н. Моделирование движения по траектории механизма совместного относительного манипулирования на основе дельта-робота: труды конференции в сборнике: XXXIII Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по проблемам машиноведения/ В.Н. Пащенко, С.Ю. Орехов, П.И. Вейсман, Г.В. Мосолов, К.А. Трегубов, А.В. Сорокина. Москва, 2021. – 590-597 с

[3] Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК (+ CD-ROM): С. Г. Герман-Галкин — СПб: Корона-Век, 2008 г.- 368 с

**Галкин Даниил Аркадьевич** – студент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: [galkinda@student.bmstu.ru](mailto:galkinda@student.bmstu.ru)

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [vasilchuknu@bmstu.ru](mailto:vasilchuknu@bmstu.ru)



## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЗМА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ

Задача траекторного управления состоит в формировании управляющего воздействия, обеспечивающего движение механизма по заданной траектории. В этой статье мы рассмотрим методы решения задачи траекторного управления для механизма параллельной структуры и сравним их результаты.

**Ключевые слова:** механизм параллельной структуры, замкнутый механизм, траекторное управление, задача траекторного управления, будущие роботы.

Объектом для исследования решения задач траекторного управления является механизм параллельной структуры (рис. 1).

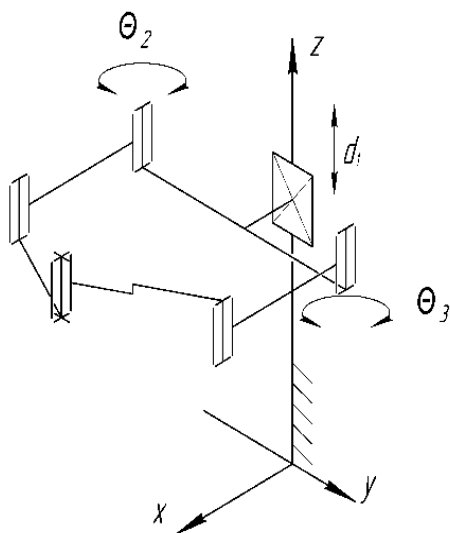


Рис. 1. Структурная принципиальная схема Механизма параллельной структуры

Исполнением функций данного механизма будет являться осуществление движения выходного звена (инструмента) по определенной траектории. Траектория может представлять собой как сложную гладкую кривую в пространстве, так и прямую линию [1].

Допустим, данный механизм служит для механической обработки деталей из пластика и/или металла. В качестве рабочего органа будет использоваться фреза или сверло, установленного в выходном звене механизма. Обработка детали будет производиться во время прохождения фрезы (инструмента) по поверхности детали.

Существует множество методов задания траектории движения. Рассмотрим метод задания траектории «по опорным точкам», как универсальный, гибкий, и позволяющий удобно проверить правильность результатов.

Рассмотрим решение траекторной задачи первым методом в следующем алгоритме:

•Формирование законов изменения координат необходимого движения выходного звена;

- выделение координат «опорных» точек на траектории;
- интерполяция функций изменения каждой координаты во времени;
- разбиение гладкой траектории на  $n$  отрезков и  $n+1$  узлов;
- расчет в каждом узле угловых координат положения;
- решение для каждого набора координат в узлах обратной задачи о положении, и вычисление набора обобщенных координат.

Зададим траекторию движения выходного звена законами изменения декартовых координат (1).

$$\begin{aligned}C_x &= 220 + (t_i)^{1.5} \\C_y &= \sin(t_i) \\C_z &= 10 + \frac{(t_i)}{2}\end{aligned}\tag{1}$$

Введем 10 «опорных» точек (положений) в пространстве рабочей зоны МСОМ. Для точек зададим набор декартовых координат  $(x_i, y_i, z_i)$  и время, за которое необходимо совершить обход точки  $(t_i)$ . Где  $i$  меняется от 1 до 10, и служит порядковым номером точки.

Параметр  $t_i$  показывает какое время от начала движения должно пройти, чтобы механизм, в своем движении по траектории, занял положение  $i$ -й точки. Расчёты и построения графиков будем производить в среде Matlab [3]. Построим трёхмерную траекторию для наглядности (рис. 2).

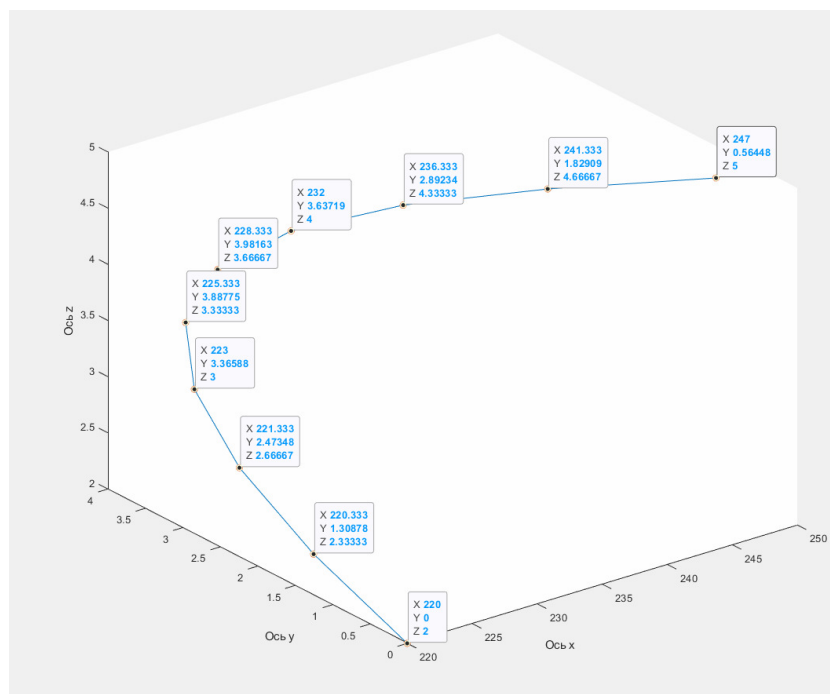


Рис. 2. Траектория движения выходного звена механизма в пространстве

Произведем интерполяцию функций изменения координат  $x, y$  и  $z$  во времени по алгоритму (рис. 3).



Рис. 3. Блок-схема алгоритма интерполяции функции закона изменения координаты Q

Алгоритмы показаны для условной координаты  $Q$ , в качестве которой используются координаты  $x$ ,  $y$  и  $z$  по очереди.

Рассмотренный метод решения системы уравнений является методом Крамера.

В результате получаем закон изменения обобщенной координаты, который в общем виде выглядит (2):

$$Q_n(t) = s_0 + s_1 \cdot t + s_2 \cdot t^2 + s_3 \cdot t^3 + s_4 \cdot t^4 + s_5 \cdot t^5 + s_6 \cdot t^6 + s_7 \cdot t^7 + s_8 \cdot t^8 + s_9 \cdot t^9 + s_{10} \cdot t^{10} + s_{11} \cdot t^{11}; \quad (2)$$

где,  $Q_n(t)$  – это значение координаты в зависимости от времени  $t$ ;  $t$  – время прошедшее с начала движения.

Применим данный алгоритм для всех массивов координат, и получим законы изменения каждой координаты (3-5).

$$q_1(t) = 86.2000 + 12.7887t^3 - 60.8556t^4 + 143.8454t^5 - 212.7537t^6 + 210.1594t^7 - 141.2158t^8 + 64.4031t^9 - 19.5392t^{10} + 3.7625t^{11} - 0.4149t^{12} + 0.0199t^{13} \quad (3)$$

$$q_2(t) = 8.73 - 3.54t^3 + 24.24t^4 - 72.86t^5 + 123.43t^6 - 130.52t^7 + 90.44t^8 - 41.80t^9 + 12.79t^{10} - 2.49t^{11} + 0.28t^{12} - 0.01t^{13} \quad (4)$$

$$q_3(t) = 10.0000 + 26.0482t^3 - 136.3572t^4 + 340.1778t^5 - 509.9385t^6 + 500.2117t^7 - 333.0005t^8 + 151.8236t^9 - 46.7312t^{10} + 9.2867t^{11} - 1.0757t^{12} + 0.0552t^{13} \quad (5)$$

Второй метод основан на разбиении траектории на участки и вычисление для каждого из них собственного полинома. Данный метод позволяет уменьшить максимальную степень полинома, упрощает вычисления, но требует дополнительные условия на равенство координат, скоростей и ускорений в точках “сшивания полиномов”, что увеличивает количество вычислений [1].

Для данного метода в каждой точке накладываается по 4 условия, если условия для граничных точек остаются аналогичными первому методу, то в промежуточных точках появляются условия на одинаковые координаты при подходе слева и справа, условия скоростей и ускорений равных с обеих сторон от опорной точки [2].

Применим данные алгоритмы для всех массивов координат, и получим законы изменения каждой координаты.

Исследуем работу обоих методов, сравнив полученные графики между собой и с графиком идеального воздействия (рис. 4).

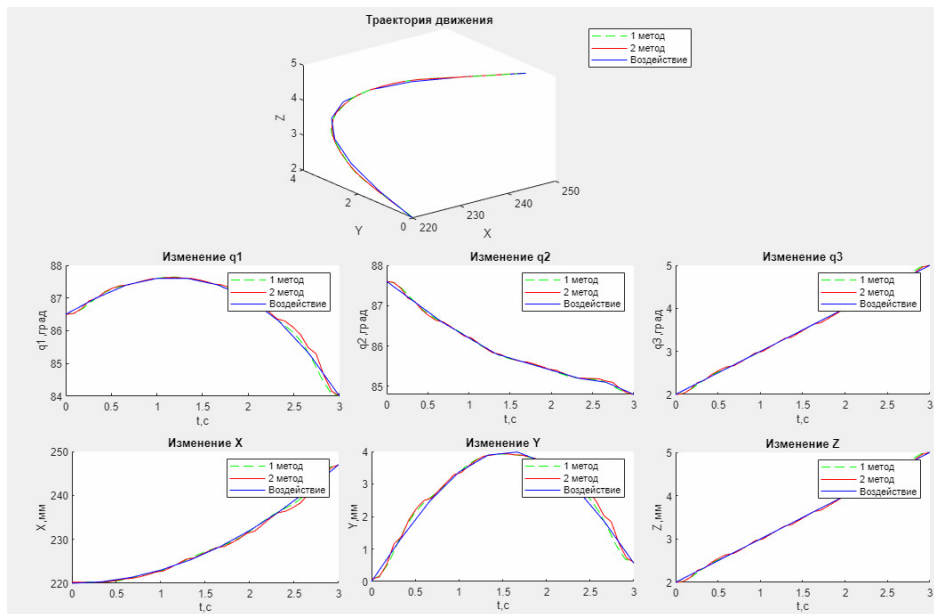


Рис. 4. Исследование методов решения задачи траекторного управления при разбиении траектории на 10 точек

### Заключение

По построенным графикам видно, что оба метода дали достаточную точность в построении траектории движения выходного звена при малом количестве опорных точек. Однако при количестве точек равном 17 и более, второй способ теряет работоспособность и выводит неверные значения, что связано с неточностью вычислений в полиномах с высокой степенью. Второй метод, не смотря на большее число вычислений более универсален так как может быть применен к траектории с любым количеством опорных точек.

### Список литературы

- [1]. Пащенко В.Н., Д.И. Мелещенко, А.А. Шурыгин: Определение законов изменения обобщенных координат механизма совместного относительного манипулирования с пятью степенями свободы // Инженерный журнал. Справочник. 2018
- [2]. Пащенко В.Н., Романов А.В.: Осуществление перемещения рабочего органа мехатронной системы по заданной траектории // МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО КУРСУ «УПРАВЛЕНИЕ МХТ И РТС»
- [3]. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК (+ CD-ROM): С. Г. Герман-Галкин — Санкт-Петербург, Корона-Век, 2008

**Просвернин Андрей Андреевич** – студент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: prosverninaa@student.bmstu.ru

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ SCARA

*Изначально механика SCARA разрабатывалась для перемещения, монтажа и сборки данные задачи требует решения задачи траекторного управления. Данная задача особенно остро стоит для манипуляторов с несколькими возможными решениями ОЗК, как например манипуляторы типа SCARA. В этой статье мы рассмотрим несколько методов решения задачи траекторного управления для манипулятора типа SCARA.*

**Ключевые слова:** SCARA, траекторное управление, метод одного полинома, метод разбиения полиномов.

SCARA (Selective Compliance Articulated Robot Arm) — это кинематика, основанная на рычажной системе, обеспечивающей перемещение конечного звена в плоскости за счет вращательного привода рычагов механизма. Классический SCARA механизм состоит из двух рычагов, соединенных в одной точке, и 2-х независимых приводов, один из которых установлен в сочленении 2-х рычагов и вращает их друг относительно друга, а второй установлен в основании первого рычага и вращает его относительно рабочей плоскости. Кинематическая схема простейшего манипулятора SCARA представлена на рис. 1.

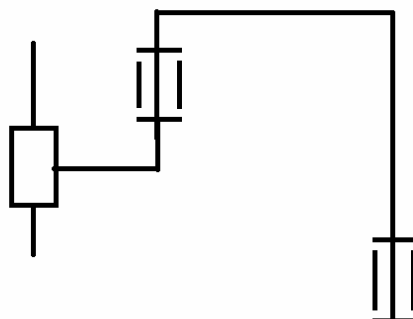


Рис. 1. Кинематическая схема SCARA

Зададим произвольную траекторию движения выходного звена с помощью опорных точек рис.2, время прохождения 10с.

Произведем интерполяцию функций изменения координат  $x$ ,  $y$  и  $z$  двумя способами по времени первый одного полинома, второй же разбиение траектории на несколько участков и создание для каждого участка собственного полинома[1].

Первый метод показан для условной координаты  $Q$ , в качестве которой используются координаты  $x$ ,  $y$  и  $z$  по очереди.

Рассмотренный метод решения системы уравнений является методом Крамера.

В результате получаем закон изменения обобщенной координаты (1), который в общем виде выглядит

$$Q_n(t) = s_0 + s_1 \cdot t + s_2 \cdot t^2 + s_3 \cdot t^3 + s_4 \cdot t^4 + s_5 \cdot t^5 + s_6 \cdot t^6 + s_7 \cdot t^7 + s_8 \cdot t^8 + s_9 \cdot t^9 + s_{10} \cdot t^{10} + s_{11} \cdot t^{11}; \quad (7)$$

где,  $Q_n(t)$  – это значение координаты в зависимости от времени  $t$ ;  $t$  – время прошедшее с начала движения.

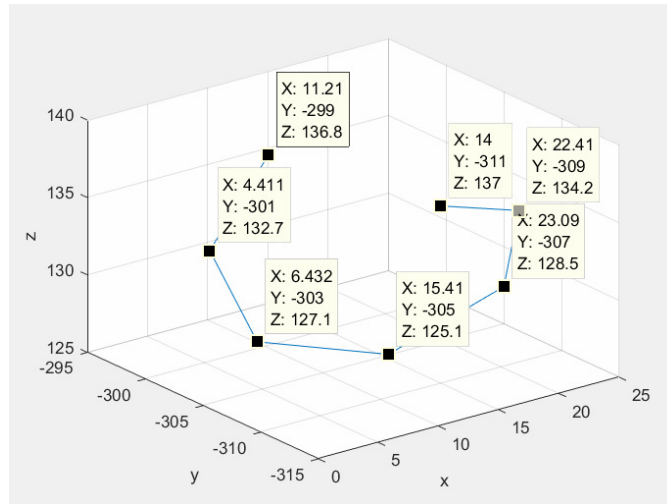


Рис. 2. Траектория движения выходного звена механизма в пространстве

Сформируем СЛАУ для заданной траектории. Для первого метода характерны некоторые допущения, такие как не выравнивание скоростей и ускорений в промежуточных точках, а лишь их равенство нулю в начальный и конечный момент времени. Имеем по 3 условия в начальной и конечной точки и по 1 условию в каждой промежуточной точке, следовательно сама СЛАУ имеет 11 уравнений[2].

$$s_0 + s_1 \cdot t_0 + s_2 \cdot t_0^2 + s_3 \cdot t_0^3 + s_4 \cdot t_0^4 + s_5 \cdot t_0^5 + s_6 \cdot t_0^6 + s_7 \cdot t_0^7 + s_8 \cdot t_0^8 + s_9 \cdot t_0^9 + s_{10} \cdot t_0^{10} = Q_1(t_0)$$

$$s_0 + s_1 \cdot t_1 + s_2 \cdot t_1^2 + s_3 \cdot t_1^3 + s_4 \cdot t_1^4 + s_5 \cdot t_1^5 + s_6 \cdot t_1^6 + s_7 \cdot t_1^7 + s_8 \cdot t_1^8 + s_9 \cdot t_1^9 + s_{10} \cdot t_1^{10} = Q_1(t_1)$$

$$s_0 + s_1 \cdot t_2 + s_2 \cdot t_2^2 + s_3 \cdot t_2^3 + s_4 \cdot t_2^4 + s_5 \cdot t_2^5 + s_6 \cdot t_2^6 + s_7 \cdot t_2^7 + s_8 \cdot t_2^8 + s_9 \cdot t_2^9 + s_{10} \cdot t_2^{10} = Q_1(t_2)$$

$$s_0 + s_1 \cdot t_3 + s_2 \cdot t_3^2 + s_3 \cdot t_3^3 + s_4 \cdot t_3^4 + s_5 \cdot t_3^5 + s_6 \cdot t_3^6 + s_7 \cdot t_3^7 + s_8 \cdot t_3^8 + s_9 \cdot t_3^9 + s_{10} \cdot t_3^{10} = Q_1(t_3)$$

$$s_0 + s_1 \cdot t_4 + s_2 \cdot t_4^2 + s_3 \cdot t_4^3 + s_4 \cdot t_4^4 + s_5 \cdot t_4^5 + s_6 \cdot t_4^6 + s_7 \cdot t_4^7 + s_8 \cdot t_4^8 + s_9 \cdot t_4^9 + s_{10} \cdot t_4^{10} = Q_1(t_4)$$

$$s_0 + s_1 \cdot t_5 + s_2 \cdot t_5^2 + s_3 \cdot t_5^3 + s_4 \cdot t_5^4 + s_5 \cdot t_5^5 + s_6 \cdot t_5^6 + s_7 \cdot t_5^7 + s_8 \cdot t_5^8 + s_9 \cdot t_5^9 + s_{10} \cdot t_5^{10} = Q_1(t_5)$$

$$s_0 + s_1 \cdot t_6 + s_2 \cdot t_6^2 + s_3 \cdot t_6^3 + s_4 \cdot t_6^4 + s_5 \cdot t_6^5 + s_6 \cdot t_6^6 + s_7 \cdot t_6^7 + s_8 \cdot t_6^8 + s_9 \cdot t_6^9 + s_{10} \cdot t_6^{10} = Q_1(t_6)$$

$$s_1 + 2s_2 \cdot t_0 + 3s_3 \cdot t_0^2 + 4s_4 \cdot t_0^3 + 5s_5 \cdot t_0^4 + 6s_6 \cdot t_0^5 + 7s_7 \cdot t_0^6 + 8s_8 \cdot t_0^7 + 9s_9 \cdot t_0^8 + 10s_{10} \cdot t_0^9 = 0$$

$$s_1 + 2s_2 \cdot t_6 + 3s_3 \cdot t_6^2 + 4s_4 \cdot t_6^3 + 5s_5 \cdot t_6^4 + 6s_6 \cdot t_6^5 + 7s_7 \cdot t_6^6 + 8s_8 \cdot t_6^7 + 9s_9 \cdot t_6^8 + 10s_{10} \cdot t_6^9 = 0$$

$$2s_2 + 6s_3 \cdot t_0^1 + 12s_4 \cdot t_0^2 + 20s_5 \cdot t_0^3 + 30s_6 \cdot t_0^4 + 42s_7 \cdot t_0^5 + 56s_8 \cdot t_0^6 + 72s_9 \cdot t_0^7 + 90s_{10} \cdot t_0^8 = 0$$

$$2s_2 + 6s_3 \cdot t_6^1 + 12s_4 \cdot t_6^2 + 20s_5 \cdot t_6^3 + 30s_6 \cdot t_6^4 + 42s_7 \cdot t_6^5 + 56s_8 \cdot t_6^6 + 72s_9 \cdot t_6^7 + 90s_{10} \cdot t_6^8 = 0$$

Подставив соответствующие значения обобщенной координаты времени и решив СЛАУ будут получены коэффициенты полинома для построения траектории с учетом времени, обобщенной координаты и ускорения и скорости равные нулю в начальный момент времени. Как видно данный метод работает только при малом количестве опорных точек, так как увеличение их количества приводит к росту степени полинома для обобщенной координаты.

Второй же метод основан на разбиение траектории на участки и вычисление для каждого из них собственного полинома. Данный метод позволяет уменьшить максимальную степень полинома, упрощает вычисления но требует дополнительные условия на равенство координат, скоростей и ускорений в точках “сшивания полиномов”, что увеличивает количество вычислений[3].

Для данного метода в каждой точке накладывается по 4 условия, если условия для граничных точек остаются аналогичными первому методу, то в промежуточных точках появляются условия на одинаковые координаты при подходе слева и справа, условия скоростей и ускорений равных с обеих сторон от опорной точки.

Применим данные алгоритмы для всех массивов координат, и получим законы изменения каждой координаты.

Теперь, зададим изменение времени с шагом позволяющим получить достаточно гладкую кривую.

Затем для каждого вычисленного момента времени  $t_i$  определим координаты точки расположения рабочего органа ( $x(t_i)$ ,  $y(t_i)$ ,  $z(t_i)$ ).

Пример графиков, полученных при использовании алгоритмов приведен на рис. 3-5.

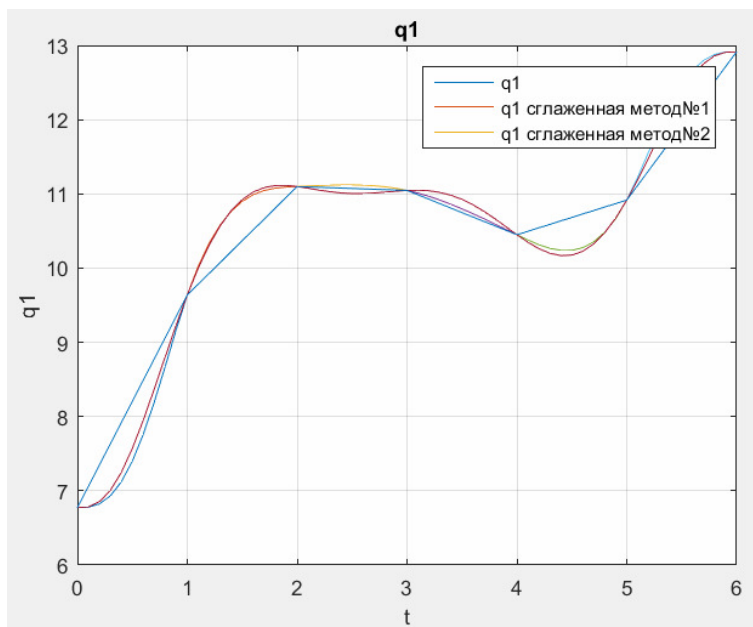


Рис. 3. Решение задачи траекторного управления для первой обобщенной координаты



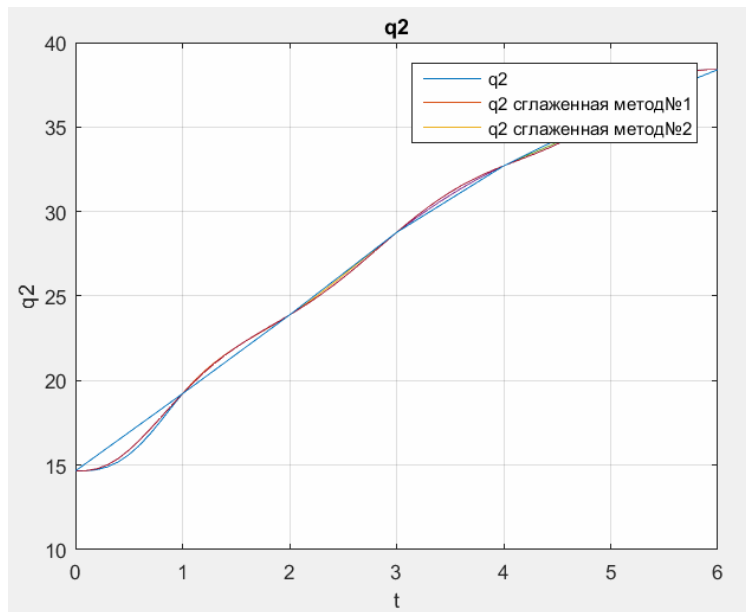


Рис. 4. Решение задачи траекторного управления для второй обобщенной координаты

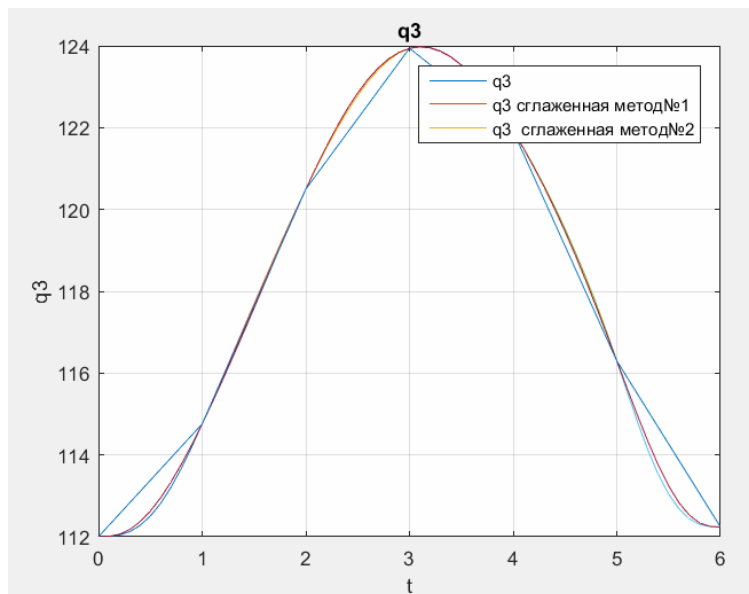


Рис. 5. Решение задачи траекторного управления для третьей обобщенной координаты

### Заключение

Видно, что оба метода дали достаточную точность в построении реальной траектории движения выходного звена с учетом скоростей и ускорений, но второй метод не смотря на большее число вычислений более универсален так как может быть применен к траектории с любым количеством опорных точек.

### Список литературы

[1]. Потемкин В.Г. Вычисления в среде MATLAB. М.: ДИАЛОГ-МИФИ.2004

[2]. Лазарев Ю.Б. Моделирование процессов и систем в MATLAB. / Ю.Б. Лазарев // СПб.: Питер, 2005

<https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-algoritmov-traektnogo-upravleniya-robotom-manipulyatorom/viewer>

**Скадин Артем Владимирович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [a.skadin@mail.ru](mailto:a.skadin@mail.ru)

**Пашенко Василий Николаевич** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [pashenkovn@bmstu.ru](mailto:pashenkovn@bmstu.ru)

## КОНСТРУИРОВАНИЕ LIDARA ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА-ПОЛИВАЛЬЩИКА КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ

Задача проектирования данного LIDAR состоит в том, чтобы с точностью до 15% определять диаметр горшка с растением и расстояние до него. В этой статье мы рассмотрим алгоритм работы, используемые компоненты, а также результаты испытаний.

**Ключевые слова:** LIDAR, Arduino, лазерный дальномер, мобильный робот, бытовые роботы

Для определения расстояния до горшка с растением и его диаметра необходим датчик расстояния, способный обрабатывать расстояния от 150 до 1000мм. Для данных условий был подобран лазерный дальномер VL53L0X (см. рис. 1). В табл. 1 приведены характеристики выбранного датчика.

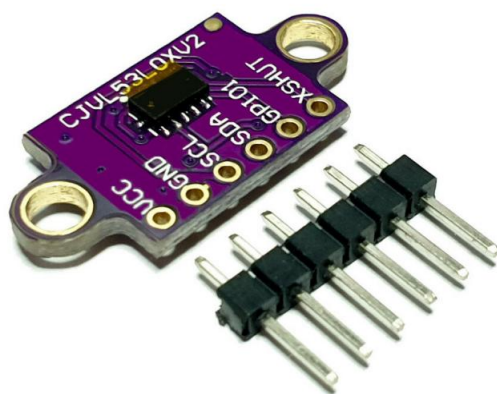


Рис. 1. Датчик VL53L0X

Таблица 1

### Параметры VL53L0X

L, мм	Точность датчика, %	d, нм	U, В	I, мА	Размеры, мм
0 ..2000	± 3	940	3,3 .. 6	10	18×13×2

В таблице введены следующие обозначения:

- диапазон измерения расстояния  $L$  ;
- инфракрасный диапазон излучения  $d$  ;
- напряжение питания  $U$  ;
- Инфракрасный диапазон излучения  $I$  ;

Определим погрешность определения шага с расстояния  $k=200$ мм до ближайшей точки горшка. Погрешность определяется необходимостью попадания щупа датчика влажности в зону от края горшка до 85% его диаметра, где могут располагаться стебель и нижние листья растения. Диаметр будет определяться по длине касательных и числу шагов (см. рис. 2) Погрешность угла в таком

случае будет равна шагу. Максимальная погрешность расстояния до горшка вычисляется по формуле (1), а диаметр - по формуле (2):

$$l_{\min} = R(1 - \cos(90 - \alpha n) / 2) \quad (1)$$

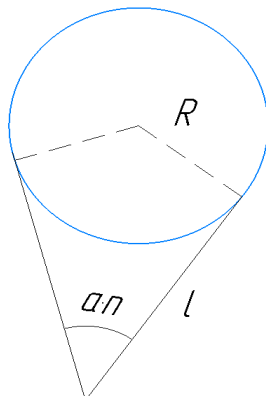


Рис. 2. Метод пределение диаметра

$$D = 2 \cdot R = 2 \cdot l \cdot \sin\left(\frac{\alpha \cdot n}{2}\right) \quad (2)$$

где D - диаметр горшка, R - его радиус, l - длина касательной от оси лидара, а - градусная мера шага, n - число шагов между касательными.

Возьмём самый маленький из используемых горшков: с D=140 мм, так как в его случае погрешность будет максимальная.

Для горшка 140 мм при идеальном вычислении диаметра  $\alpha n = 30^\circ$ . 92,5% от диаметра - 129,5 мм.

$$\alpha n_{\min} = 30^\circ - 3^\circ = 27^\circ \Rightarrow \alpha = 3^\circ; l = 270,5 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = 2 \cdot R = 2 \cdot 270,5 \cdot \sin\left(\frac{27^\circ}{2}\right) = 126,29 \text{ мм} < 0,925 D$$

$$\alpha n_{\min} = 30^\circ - 1,5^\circ = 28,5^\circ \Rightarrow \alpha = 1,5^\circ; l = 270,5 \text{ мм}$$

$$D_{\min} = 2 \cdot 232,1 \cdot \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right) = 133,2 \text{ мм} > 0,925 D$$

Таким образом, максимальный шаг -  $1,5^\circ$

После вычисления необходимой величины шага, а также определения габаритных параметров был подобран шаговый двигатель 28YBJ-48 с редуктором (см. рис. 3). В табл. 2 приведены характеристики выбранного двигателя.



Рис. 3. ШД 28YBJ-48 с редуктором

### Параметры 28YBJ-48

U, В	P, г*см	k	p	$\omega$ об/мин	Размеры, мм
5/12	450	1/63.68395	64	15	25x18

В таблице введены следующие обозначения:

- напряжение питания  $U$  ;
- крутящий момент  $P$  ;
- коэффициент редукции  $k$  ;
- количество шагов ротора  $p$  ;
- номинальная скорость вращения  $\omega$  ;

Количество шагов на оборот  $p' = pk = 4076$

После установки датчика на выходной вал двигателя были проведены практические испытания двумя методами: одиночным и двойным. В первом случае датчик проводит измерения, поворачиваясь только в одну сторону, а обратный ход холостой. Во втором случае измерения производятся в обоих направлениях, а за диаметр берется среднее арифметическое значений.

Результаты представлены в таблице 4, а также сделана визуализация показаний с датчика в программном пакете Matlab с передачей данных через COM-порт (см. рис. 4) и визуализация погрешности замера в программном пакете Excel (см. рис. 5)

### Результаты испытаний

№ замера	Одиночный замер	Двойной замер
1	142	136,5
2	131	126
3	121	132
4	143	145,5
5	148	138
6	128	135
7	132	129,5
8	121	132,5
9	134	143
10	142	147

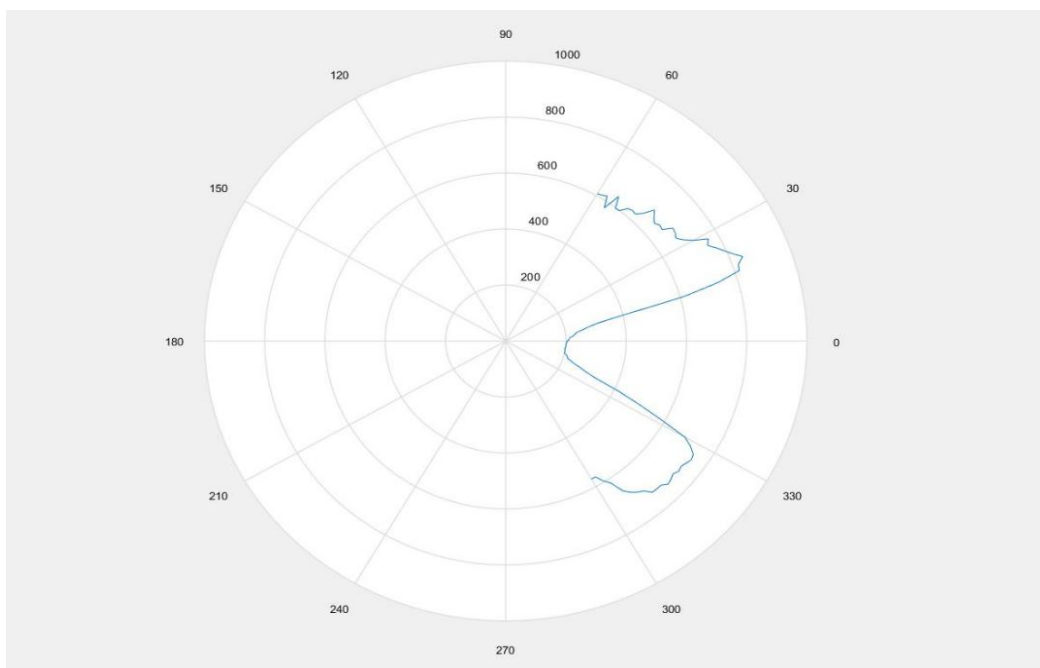


Рис. 4. Визуализация в Matlab

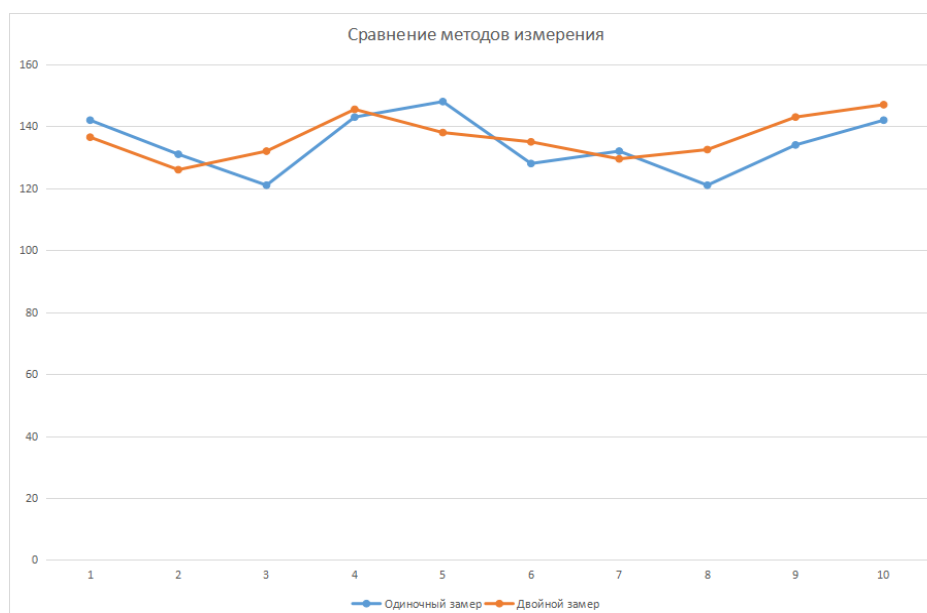


Рис. 5. Сравнение погрешностей методов в Excel

### Заключение

По данным графиков и таблицы видно, что оба метода дали достаточную точность в определении диаметра горшка с растением, причем второй метод позволил снизить погрешность измерений с 13,5% до 10%, хоть и занимает в полтора раза больше времени.

### Список литературы

- [1]. <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/polar.html>
- [2]. [https://www.mathworks.com/help/matlab/import\\_export/read-streaming-data-from-arduino.html](https://www.mathworks.com/help/matlab/import_export/read-streaming-data-from-arduino.html)

**Зайков Сергей Александрович** – студент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: buka.funf@gmail.com

**Пашенко Василий Николаевич** – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. pashenkovn@bmstu.ru

## СКУД С БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ПО ЛИЦУ

*Система контроля и управления доступом, СКУД — совокупность программно-аппаратных технических средств контроля и средств управления, имеющих целью ограничение и регистрацию входа-выхода объектов (людей, транспорта) на заданной территории через «точки прохода»: двери, ворота, КПП.*

*Основная задача — управление доступом на заданную территорию (кого пускать, в какое время и на какую территорию), включая также:*

- *ограничение доступа на заданную территорию;*
- *идентификацию лица, имеющего доступ на заданную территорию.*

*В этой статье мы рассмотрим, с чего началось создание таких систем, для чего они нужны, а также как они будут совершенствоваться и использоваться в будущем.*

**Ключевые слова:** *СКУД, распознавание лиц, проектирование СКУД, применение в деятельности человека, развитие СКУД.*

К началу XXI века на рынке технических средств обеспечения безопасности появилось огромное количество Систем контроля и управления доступом (СКУД). ГОСТ Р 51241-98 «Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний», утвержденный Постановлением Госстандарта России от 29.12.1998 N 472, дает такое определение: «Система контроля и управления доступом (СКУД) - совокупность средств контроля и управления, обладающих технической, информационной, программной и эксплуатационной совместимостью». Под контролем и управлением доступом в ГОСТе понимается следующее: «комплекс мероприятий, направленных на ограничение и санкционирование доступа людей, транспорта и других объектов в (из) помещения, здания, зоны и территории».

Схематично модель СКУД можно представить следующим образом:





**Рис. 1.** Модель СКУД

Сегодня системы контроля и управления доступом (СКУД) прочно заняли свое место в перечне технических систем безопасности, предлагаемых на рынке. Вместе с охранно-пожарной сигнализацией и системами телевизионного наблюдения они образуют базу для интеграции систем безопасности зданий в единый комплекс. Последние оценки рынка свидетельствуют, что интерес к СКУД растет. Более того, темпы роста продаж оборудования СКУД составляют 15%, а остальных систем охраны в два раза меньше – 7%. [2]

Часто СКУД становятся основой для интегрированной системы охраны (ИСО), в которую добавляется охранная и пожарная сигнализация. Так, элементы СКУД применяются практически везде, где установлены средства охранной сигнализации. Очень часто системы охранной сигнализации и СКУД взаимно дополняют друг друга при решении задач по охране находящихся в помещениях материальных и информационных ценностей. Современные СКУД позволяют контролировать состояние нескольких средств обнаружения (извещателей) и передавать сигналы о тревожных ситуациях на соответствующие пульта управления (ПУ). Примером может служить постановка (снятие) помещения под охрану (с охраны) при интеграции функций СКУД и системы охранной сигнализации. В простейшем случае первый из вошедших санкционированных пользователей снимает помещение с охраны, а последний выходящий ставит его под охрану. Аналогично могут решаться вопросы интеграции с лифтами, инженерными системами объекта и т.п.

Однако, несмотря на то, что системы контроля доступа уже достигли значительных успехов в сфере обеспечения безопасности, они все еще находятся в

стадии разработки и совершенствования. Так, например, реальные данные о времени прихода и ухода работников из здания позволяют регулировать микроклимат и освещенность на рабочем месте. С учетом значительного вклада этих систем в энергопотребление - до 60%, экономия от применения подобных алгоритмов может составить 10-15%.

Та же информация, обработанная для бухгалтерских и кадровых служб предприятия, позволяет автоматизировать расчет заработной платы, отпусков, вести учет и анализ посещаемости по каждому человеку.

Как результат – уменьшение расходов на бухгалтерский аппарат, повышение управляемости предприятием.

Уже сейчас биометрические СКУД, включающие в себя такие технологии как идентификация по сетчатке глаза, отпечатку руки, геометрии руки, подписи и голосу, показывают хорошие результаты благодаря достаточно мощным вычислительным системам, доступным на данный момент.

Нейросети, обученный на больших массивах данных, позволяют эффективно применять СКУД на объектах с большим количеством пользователей. Например, в метро[1]. Такие системы будут очень востребованы в банках, на военных объектах. Лидерами среди биометрических технологий являются идентификация по сетчатке глаза, отпечатку пальца и геометрии руки.

СКУД прогрессируют значительными темпами. Они оказывают влияние на эффективность работы смежных систем и впитывают в себя новейшие доступные электронные технологии.

### **Заключение**

Таким образом, системы контроля управления доступом представляют собой уникальную техническую систему безопасности с достаточно большим функционалом. Благодаря своей гибкости, мобильности и способности к адаптации к различным условиям, они могут выполнять задачи, которые в настоящее время являются слишком сложными или опасными для человека. В будущем роботы-гексаподы будут продолжать совершенствоваться и находить все новые области применения, что делает их одними из самых перспективных видов роботов для будущего.

### **Список литературы**

- [1]. <https://vc.ru/s/1527521-vse-neyronki/632000-stancii-moskovskogo-metropolitena-glazami-neyroseti>
- [2]. <https://works.doklad.ru/view/KCLVA9MIAF8/2.html>

**Куликов Илья Игоревич** – студент группы МК7-82 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [kii19km107@student.bmstu.ru](mailto:kii19km107@student.bmstu.ru)

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [vasilchuknu@bmstu.ru](mailto:vasilchuknu@bmstu.ru)

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ FANUC-R2000iB ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ КОСМИЧЕСКОГО СПУТНИКА

*В данной статье представлено исследование по разработке программного обеспечения для промышленного робота, позволяющее автоматизировать процесс сборки космического спутника*

**Ключевые слова:** Робототехника, мехатроника, автоматизация, космос.

### Введение

В данной статье рассматривается программа управления промышленным роботом-манипулятором FANUC-R2000iB. Задачей робота является осуществление сборки спутника посредством установки электронных приборов на их посадочные места в корпус спутника. На рис. 1, 2 приведены 3-D модели данных приборов.

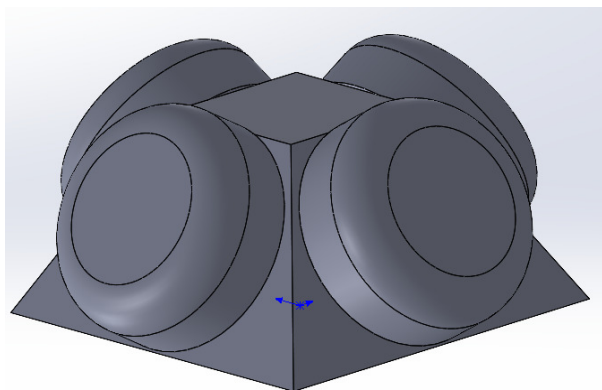


Рис. 1. Прибор №1

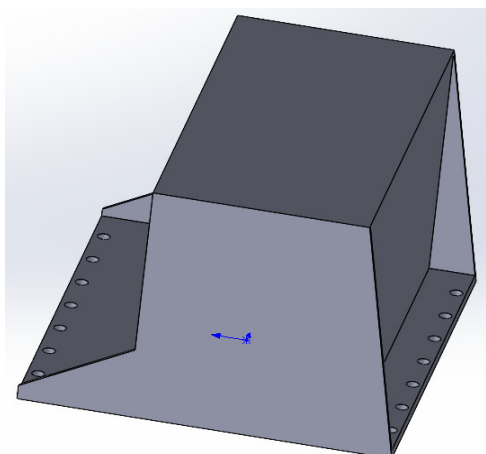


Рис. 2. Прибор №2

### 1. Выбор магнита для установки компонентов

Приведённые выше электронные приборы были изготовлены из листов фанеры, склеенных между собой. К верхней части компонентов привинчены специальные центровочные устройства с пассивными магнитами для точного позиционирования. Устройства расположены в центрах масс приборов. Массы компонентов соответственно равны 2 и 1,5 кг. Выходное напряжение 24В. Подбор магнита был осуществлён по данным характеристикам: сила сцепления – 2,5кг, напряжение питания – 24В. Данный магнит имеет следующие габаритные размеры: ширина – 20мм, высота – 15 мм, диаметр – 20мм.

### 2. Разработка кронштейна для крепления магнита к выходному органу робота

3-D модель кронштейна приведена на рис. 3. Она разработана с учётом условий эксплуатации робота, массы приборов и габаритных размеров магнита. Детали для сборки кронштейна были распечатаны на 3Д принтере.

### 3. Установка кронштейна и написание управляющей программы

Крепление кронштейна к выходному звену робота осуществляется двумя болтами М8. Конструкция в сборе изображена на рис. 4.



Рис. 3. Модель кронштейна



Рис. 4. Конструкция в сборе

Полный код управляющей программы приведён в приложении. Алгоритм разработки и написания программы:

1. Задать систему координат инструмента (TOOL\_FRAME)
2. Задать пользовательскую систему координат (USER\_FRAME)
3. Написать программу, задавая роботу движение от точки до точки, используя системы перемещения углов поворота (JOINT) и линейное перемещение (LINER). В точках подъёма/опускания приборов включать/выключать напряжение на выходе магнита.

#### Приложение

```
1: UFRAME_NUM=5
2: UTOOL_NUM=10
3: J @P [1] 10% FINE TB 0.00sec, P-SPS
:
4: J @P [2] 100%FINE ACC100
: DB 0.00mm, P-SPS
5:
6: J P [3] 10% FINE
```

7: L P [4] 25mm/sec FINE  
8: DO [244] = ON  
9: J P [5] 10% FINE  
10: J P [6] 10% FINE  
11: L P [7] 50mm/sec FINE  
12: DO [244] = OFF  
13: L P [8] 50mm/sec FINE  
14: J P [9] 10% FINE  
15: J P [10] 10% FINE  
16: L P [11] 25mm/sec FINE  
17: DO [244] = ON  
18: L P [12] 50mm/sec FINE  
19: J P [13] 10% FINE  
20: J P [14] 10% FINE  
21: L P [15] 40mm/sec FINE  
22: DO [244] = OFF  
23: L P [16] 50mm/sec FINE  
24: J @P [17] 10% FINE TB 0.00sec,  
: P-SPS  
[End]

### **Заключение**

В ходе выполнения данной исследовательской работы была разработана программа управления промышленным роботом-манипулятором FANUC R-2000iB, позволяющая автоматизировать сборку космического спутника.

### **Список литературы**

[1]. Методические указания к лабораторной работе «Система координат робота FANUC» по дисциплине «Промышленная робототехника» - КФ МГТУ, 2019г.

[2]. Методические указания к лабораторной работе «Программирование промышленного робота FANUC» по дисциплине «Промышленная робототехника» - КФ МГТУ, 2019г.

[3]. Учебное пособие «Автоматизация технологических процессов в приборостроении с помощью промышленных роботов» - МАИ, 2014г.

**Максимов Никита Александрович** – студент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: maksimovna1911@yandex.ru

**Васильчук Николай Юрьевич** – ст. преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТА И ФОРМЫ ОБЪЕКТА

*Роботы используются во многих областях, начиная от производства и логистики и заканчивая медицинскими и научными исследованиями. В производстве часто используются роботы сортировщики и для их реализации необходимо техническое зрение. Техническое зрение позволит роботу делать выборку объектов и сортировать их по нужным классификаторам. Также техническое зрение улучшит точность работы робота.*

**Ключевые слова:** определение, техническое зрение, оренсу, цвет, форма, массив, масса, HSV.

Выборка цвета для последующего поиска объектов определенного цвета сводится к задаче индексации некоторой определенной области в цветовом поле.

Предполагается, что искомый объект должен иметь цвета, соответствующие точкам в этой целевом поле. Здесь возможны две ситуации:

- целевая область предварительно выделена в цветовом пространстве;
- целевая область определяется инструкциями пользователя, например, описывается цветовыми терминами на естественном языке человека «Синий», «Красный», «Зеленый» и т. д.

Первая ситуация воспринимается в случае отыскивания предметов заранее известных цветов, например, в задачах слежения за дорогой, слежения за жестами людей и т. д. Вторая ситуация возникает при взаимодействии с человеком, когда он, например, дает команду роботу в виде фразы «принеси красную кружку». Другим примером является поиск в базе данных изображений с указанием цвета объекта или характеристик его цветового состава.

В моей работе я выберу несколько определенных цветов для поиска. Данные цвета будут: Красный, желтый и синий. Для каждого искомого цвета будет задана верхняя и нижняя граница цветового диапазона в HSV формате с помощью библиотеки `numpy`.

```
lower_red = np.array([0, 50, 120])
upper_red = np.array([10, 255, 255])

lower_green = np.array([40, 70, 80])
upper_green = np.array([70, 255, 255])

lower_blue = np.array([90, 120, 0])
upper_blue = np.array([240, 255, 255])
```

Рис. 1. Установка границ диапазона

Далее с помощью функции `inRange` я создаю маску для каждого цвета и привязываю к ним конкретные цветовые диапазоны.

После установки цветовых значений необходимо создать переменные с фиксацией контуров для каждой определенной маски. Здесь я буду использовать функцию `findContours`.

Для каждой маски необходимо задать функцию для определения контура и центра масс объекта. Для начала нам нужно задать минимальную плотность при которой камера будет определять контур объекта, в моем проекте это будет 5000. Далее нужно задать контур толщиной в 1 единицу и ее цвет. С помощью функции `cv2.moments` нужно определить центры по осям `x` и `y` для каждой маски и вывести точку на этих координатах.

Далее остается привязать текстовое значение к каждой маске и задать координаты для вывода текста на экране.

Благодаря написанной программе были определены цвета из заданных областей.

Результаты исследования по определению цвета объекта представлены на рис. 2-4.



Рис. 2. Определение синего цвета



Рис. 3. Определение зеленого цвета

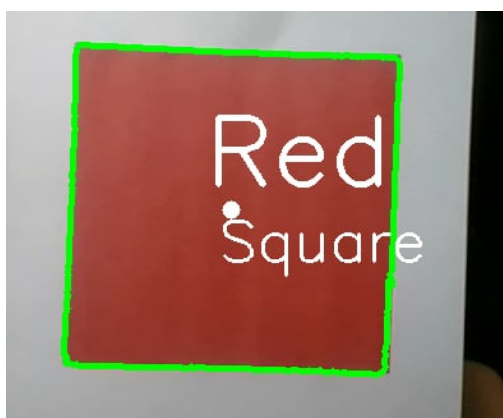


Рис. 4. Определение красного цвета

Определение формы объектов происходит за счет подсчета углов объекта. Для осуществления подсчет углов необходимы функции: `arcLength`, `approxPolyDP` и `cv2.boundingRect`.

Алгоритм работает так: сначала берется контур из алгоритма определения цвета и подсчитывается длина каждой стороны. Далее берется количество полученных длин и из них находится количество углов у объекта.

Если количество углов равно трем, это треугольник, если 4 это квадрат, более 4 круг.

После всех этих операций нужно вывести текстовое значение формы объекта, алгоритм будет взят из алгоритма распознавания цвета.

```
peri = cv2.arcLength(c, True)
approx = cv2.approxPolyDP(c, 0.02 * peri, True)
print(len(approx))
objCor = len(approx)
x, y, w, h = cv2.boundingRect(approx)

if objCor == 3:
    objectType = "Triangle"
elif objCor == 4:
    objectType = "Square"
elif objCor > 4:
    objectType = "Circles"
else:
    objectType = "None"
```

Рис. 5. Алгоритм определение формы объекта

Результаты исследования по определению формы объекта представлены на рис. 6-8.



Рис. 6. Определение формы квадрат



Рис. 7. Определение формы круг



Рис. 8. Определение формы треугольник



## **Заключение**

Таким образом, реализация технического зрения является важной частью работы сортировщика на производстве. С помощью зрения он сможет классифицировать объекты и выполнять сортировку. А также улучшить точность работы захвата.

## **Список литературы**

[1]. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов. М.: Высшая школа, 1986. 260 с.

[2]. Сочнев А.Н. Моделирование и исследование роботов и робототехнических систем. М., 2013. 56 с.

**Серегин Даниил Андреевич** – студент КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: [sereginda1@student.bmstu.ru](mailto:sereginda1@student.bmstu.ru)

**Романов Алексей Викторович** – КФ МГТУ им Н.Э. Баумана. E-mail: [romanov-a-v@bmstu.ru](mailto:romanov-a-v@bmstu.ru)

## ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ, МЕТОД ДЕНАВИТА-ХАРТЕНБЕРГА ДЛЯ ЧЕТЫРЁХЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА

*Робототехника – это наука о создании, проектировании и эксплуатации роботов, которые могут выполнять различные задачи. Одним из наиболее важных элементов робота является манипулятор. Манипулятор – это механическая конструкция, которая обеспечивает перемещение рабочего инструмента в пространстве. Один из типов манипуляторов – это четырёхзвенный последовательный манипулятор. Конструкция манипулятора позволяет ему перемещаться в пространстве, изменять ориентацию рабочего инструмента и выполнять различные задачи, в зависимости от программирования. Для управления четырёхзвенным манипулятором необходимо уметь решать прямую и обратную задачу кинематики. Они могут быть решены несколькими различными методами. Одним из самых популярных методов решения прямой и обратной задачи кинематики является метод Денавита-Хартенберга, который позволяет составить матрицу параметров Денавита-Хартенберга для данного манипулятора и определить взаимное расположение звеньев.*

**Ключевые слова:** *робототехника, прямая задача кинематики, обратная задача кинематики, метод Денавита-Хартенберга, четырёхзвенный манипулятор*

Одним из ключевых элементов для эффективного управления четырёхзвенным последовательным манипулятором является возможность решение прямой и обратной задачи кинематики.

Решение прямой задачи кинематики позволяет определить положение рабочего инструмента манипулятора в пространстве на основе заданных углов поворота звеньев. Это позволяет контролировать перемещение манипулятора и точно выполнять задачи.

Решение обратной задачи кинематики позволяет определить углы поворота звеньев на основе заданного положения рабочего инструмента в пространстве. Это позволяет манипулятору точно выполнять задачи в пространстве, такие как перемещение предметов, выполнение манипуляций и так далее.

Существует несколько методов решения прямой и обратной задачи кинематики четырехзвенного последовательного манипулятора. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

### *Метод Денавита-Хартенберга*

Метод Денавита-Хартенберга – это метод, который используется для описания кинематических связей между звеньями манипулятора. В этом методе каждое звено описывается четырьмя параметрами, а оси расставляются особым способом.

Метод Денавита-Хартенберга позволяет решать как прямую, так и обратную задачу кинематики. [1]

### *Метод трансформаций матриц*

Метод трансформаций матриц – это метод, который используется для описания положения и ориентации каждого звена манипулятора в трехмерном пространстве. В этом методе каждое звено представляется матрицей, которая описывает его положение и ориентацию относительно базовой системы координат манипулятора. Решение прямой задачи кинематики с помощью этого метода основано на перемножении матриц звеньев манипулятора. Обратная задача кинематики решается путем поиска обратной матрицы. [1][2]

### *Метод Эйлера*

Метод Эйлера – это метод, который используется для описания ориентации манипулятора в пространстве с помощью углов Эйлера. Углы Эйлера представляют собой три угла поворота вокруг осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ , которые позволяют описать ориентацию манипулятора в трёхмерном пространстве. Этот метод может быть использован для решения как прямой, так и обратной задачи кинематики. [1]

Рассмотрим более подробно метод Денавита-Хартенберга на примере типичного четырёхзвенного манипулятора, рис. 1.

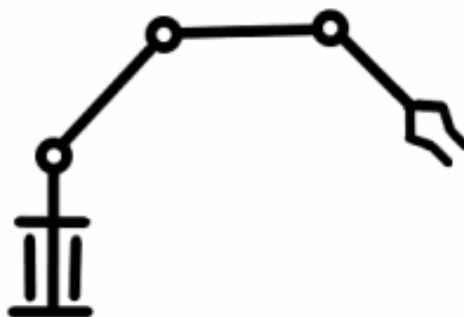


Рис. 1. Кинематическая схема манипулятора

Данный алгоритм формирует для каждого  $i$ -ого звена манипулятора, состоящего из  $n$  звеньев, ортонормированную систему координат. Нумерация систем координат ведётся от нулевой – в основании, до  $n$ -ой – в схвате манипулятора. В итоге получаем матрицу  $4 \times 4$ , которая описывает взаимное расположение звеньев. Распишем данный алгоритм по порядку:

#### 1. Формирование базовой системы координат

Формируем правую ортонормированную систему координат, связанную с основанием. Данная система координат является нулевой ( $x_0, y_0, z_0$ ). При формировании системы координат, направляем ось  $z_0$  вдоль оси первого сочленения. Ось  $x_0$  и  $y_0$  выбираются произвольно, формирую ортонормированную правую систему координат.

#### 2. Формирование последующих систем координат

Теперь формируем оси  $z_i$ , используя правило для их формирования: ось  $z_{i-1}$  направляется вдоль оси  $i$ -ого сочленения (совпадает с осью вращения  $i+1$ -ого сочленения или направлена вдоль поступательного движения  $i+1$ -ого звена).

Затем формируем оси  $x_i$ , используя правило для их формирования: ось  $x_i$  перпендикулярна оси  $z_{i-1}$  и пересекает её.

Далее достраиваем ось  $u_i$ , используя следующее правило: ось  $u_i$  выбирается так, чтобы при её добавлении формировалась правая ортонормированная система координат.

3. Определение параметров Денавита-Хартенберга и составление таблицы параметров

Параметры Денавита-Хартенберга:

$a$  – линейное смещение – расстояние между пересечением оси  $z_{i-1}$  с осью  $x_i$  и началом  $i$ -й системы координат, отсчитываемое вдоль оси  $x_i$ , то есть кратчайшее расстояние между осями  $z_{i-1}$  и  $z_i$ ;

$\alpha$  – угловое смещение - угол, на который надо повернуть ось  $z_{i-1}$  вокруг оси  $x_i$ , чтобы она стала сонаправленной с осью  $z_i$  (знак определяется в соответствии с правилом правой руки);

$d$  – расстояние между пересечением оси  $z_{i-1}$  с осью  $x_i$  и началом  $(i-1)$ -й системы координат, отсчитываемое вдоль оси  $z_{i-1}$ ;

$\theta$  – присоединённый угол, на который надо повернуть ось  $x_{i-1}$  вокруг оси  $z_{i-1}$ , чтобы она стала сонаправлена с осью  $x_i$  (знак определяется в соответствии с правилом правой руки).

Эти параметры позволяют определить положение и ориентацию каждого звена относительно предыдущего и следующего звеньев.

Сформированные системы координат для четырёхзвенного манипулятора представлены на рис. 2.

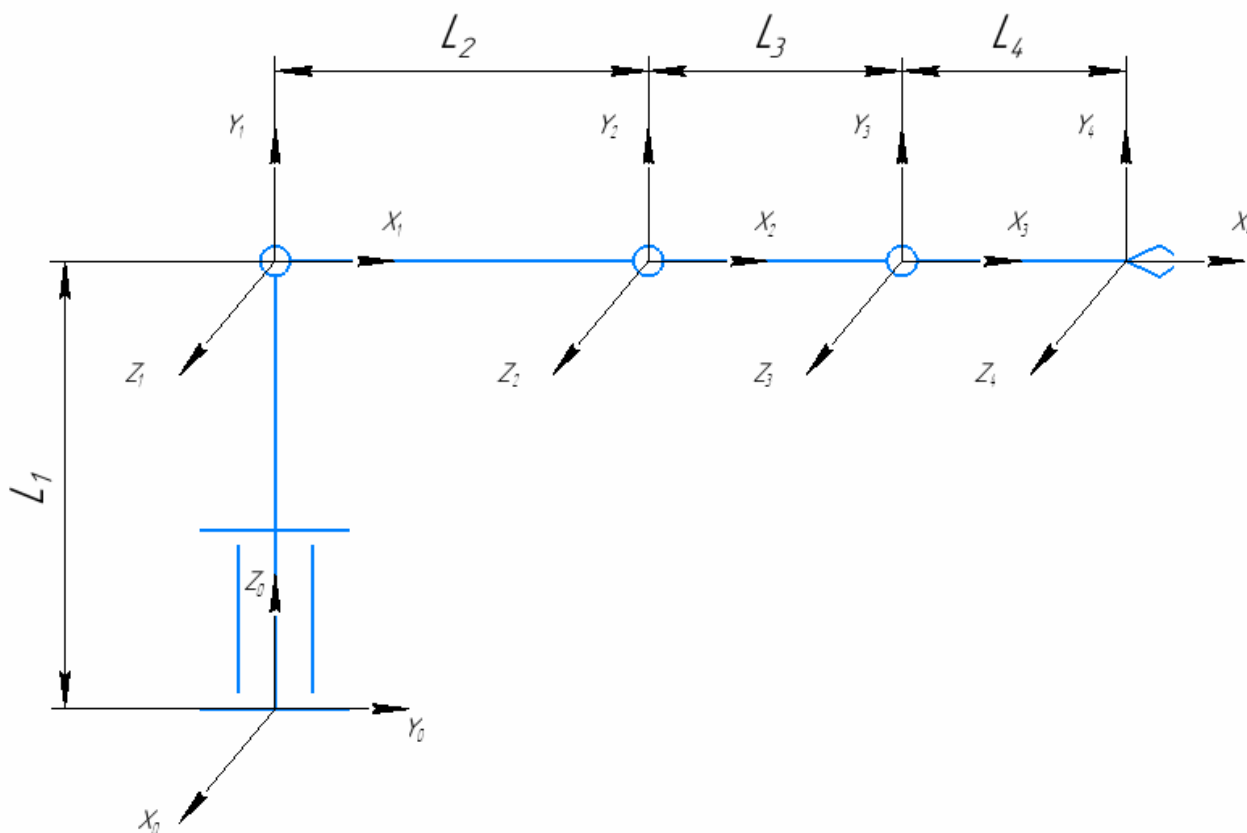


Рис. 2. Четырёхзвенный манипулятор с расставленными осями по методу Денавита-Хартенберга

Теперь занесём параметры Денавита-Хартенберга для манипулятора, представленного на рис. 1 в табл. 1.

Таблица 1

**Параметры Денавита-Хартенберга для манипулятора**

i-ое звено	$a_i$	$\alpha_i$	$d_i$	$\theta_i$
1	0	90	$L_1$	$\theta_1 + 90$
2	$L_2$	0	0	$\theta_2$
3	$L_3$	0	0	$\theta_3$
4	$L_4$	0	0	$\theta_4$

**Заключение**

Таким образом были представлены различные методы, используемые для решения прямой и обратной задачи кинематики, а именно метод Денавита-Хартенберга, метод трансформации матриц и метод Эйлера. Было подробно разобрано решение прямой задачи кинематики на примере четырёхзвенного манипулятора.

**Список литературы**

[1] Борисов О.И., Громов В.С., Пыркин А.А., Методы управления робототехническими приложениями. Учебное пособие. — СПб.: Университет ИТМО, 2016 — 108 с.

[2] Spong, M.W., S. Hutchinson and M. Vidyasagar, 2020. Robot Modeling and Control. John Wiley & Sons, pp: 608.

[3] Corke, P., 2017. Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms In MATLAB. Springer International Publishing AG, pp: 693.

**Тиняков Георгий Олегович** – студент МК7-61Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: g.tinyakov.rus@yandex.ru

**Пашенко Василий Николаевич** – КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. E-mail: pashenkovn@bmstu.ru

**Васильчук Николай Юрьевич** – КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. E-mail: vasilchuknu@bmstu.ru

## **СЕКЦИЯ 14.**

# **ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС**

## СОЗДАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D

*Создание тематических библиотек фрагментов и моделей в системе КОМПАС-3D позволяет автоматизировать процесс проектирования изделий. Для создания элемента библиотеки необходимо создать фрагмент элемента с внешними переменными, таблицу переменных, а также рисунок элемента с именами переменных. Фрагмент изображения создается корректно с автоматической простановкой размеров.*

**Ключевые слова:** менеджер типовых элементов, КОМПАС-3D, библиотека шаблонов

Эффективность применения САД-систем при создании конструкторской документации на изделие во многом зависит от степени автоматизации определенных действий инженеров. Библиотеки шаблонов, фрагментов (эскизов), моделей, а также расчетные тематические библиотеки (механика: пружины, КОМПАС-GEARS и другие) в системе КОМПАС-3D позволяют интенсифицировать процесс проектирования и автоматизировать рутинные действия конструктора-разработчика. Библиотеки САД-систем не могут охватить весь перечень стандартных изделий, нормализованных или типовых конструктивных и технологических элементов, вследствие чего перспективным направлением в области автоматизации проектирования изделий является создание на предприятиях собственных прикладных библиотек шаблонов типовых элементов.

Прикладные библиотеки шаблонов могут быть созданы в системе КОМПАС-3D с помощью менеджера типовых элементов, который позволяет создавать, редактировать и использовать библиотеки типовых элементов [1]. Шаблон устанавливается в активный документ, перед установкой выбираются значения параметров из ряда данных, которые содержатся в таблице переменных, ассоциированной со вставляемой основой шаблона. Шаблон может быть параметризован [2].

Рассмотрим возможности применения библиотеки шаблонов для проектирования штифтовых соединений с помощью стандартных конических разводных штифтов ГОСТ 19119-80 [3]. Данные штифты отсутствуют в библиотеке стандартных изделий КОМПАС-3D.

Для создания шаблона штифтов вначале создаем основу двумерного шаблона (файл: Штифт ГОСТ 19119-80.frw) с параметризованной геометрией. Переменные, которые будут приниматься из таблицы параметров, должны быть внешними. Для этого при простановке размеров создаем внутренние переменные, которым в таблице переменных присваиваем равенство внешним переменным (диаметр штифта, длина изделия и др.). Постоянные параметры геометрии изображения штифта (угол фасок, конусность, и др.) создаем посредством элементов параметризации. Создаем текстовые переменные для обозначения допусков размеров: диаметр и длина изделия (см. рис. 1).

Имя	Выражение	Значение	Параметр
Фрагмент			
d	5	5	
L	40	40	
l	12	12	
c	0.8	0.8	
b	1	1	
БЕЗ ИМЕНИ (1:1)			
c0	c	0.8	Линейный...
c01	c	0.8	Линейный...
l0	L	40	Линейный...
b0	b	1	Линейный...
d0	d	5	Линейный...
l1	l	12	Линейный...
v19	45	45	Угловой р...
v20	45	45	Угловой р...
v21	3	3	Линейный...

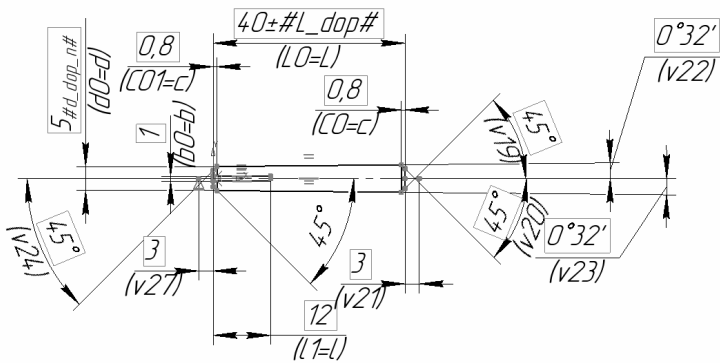


Рис. 1. Штифт ГОСТ 19119-80.frw

Составляем таблицу переменных (файл: Штифт\_ГОСТ\_19119-80.xls). Имена переменных в таблице полностью соответствуют именам переменных в шаблоне фрагмента. Таблица переменных содержит пояснения к переменным (обозначение и размерность). Для каждой переменной настраиваем: видимость в таблице параметров, тип значений (целые, действительные числа и др.), задаем значения согласно ГОСТ [3]. Длина штифтов выбирается из стандартного ряда в соответствии с диаметром штифта, поэтому определяем список значений переменной длины штифта для определенного диаметра штифта. Допустим, для диаметра 6 мм можно выбрать длину из ряда: 55 мм, 60 мм, 70 мм, 80 мм, 90 мм, 100 мм. Создаем схему параметров (рисунок), содержащий изображение штифта с именами переменных (размерами), которые можно назначить из библиотеки (файл: Штифт ГОСТ 19119-80.bmp) (см. рис. 2).

Штифт ГОСТ 19119-80	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Штифт_ГОСТ_19119_80											
2	d	L	l	b	c	d_dop_n	L_dop	L	L	L	L	L
3	d, мм	L, мм	l, мм	b, мм	c, мм	допуск для d, мм	допуск для L, мм	d	d	d	d	d
4	True	True	True	True	True	False	False	Default	Default	Default	Default	Default
5	Integer	Integer	Integer	Float	Float	Float	Float	6	8	10	12	16
6	Const	ropDownLi	Const	Const	Const	Const	Const	55	60	70	80	100
7	5	5	12	1	0,8	-0,048	0,5	60	70	80	90	120
8	6	6	15	1,0	1,0	-0,048	0,6	70	80	90	100	140
9	8	8	20	1,6	1,2	-0,058	0,7	80	90	100	120	160
10	10	10	25	1,6	1,6	-0,058	0,7	90	100	120	140	200
11	12	12	30	2,0	1,6	-0,07	0,8	100	120	140	160	250
12	16	16	40	2,0	2,0	-0,07	0,8	140	160	200		

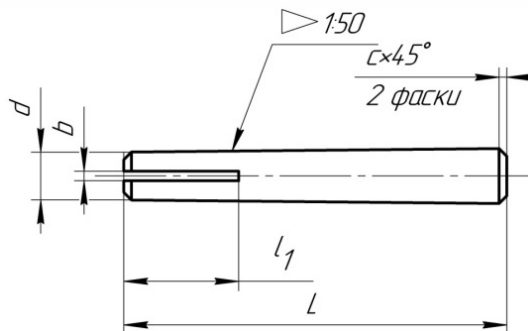


Рис. 2. Таблица параметров и изображение штифта с именами переменных



Создаем шаблон в Менеджере типовых элементов (*TemplateManager.rtw*), загружаем созданные файлы фрагмента элемента, таблицы переменных и рисунка. Проверяем работу библиотеки, создав чертеж штифтового соединения. Библиотечный элемент устанавливается в системе координат чертежа посредством выбранной базовой точки изображения, из таблицы параметров есть возможность выбрать размеры штифта (см. рис. 3). Установленный шаблон выполнен согласно выбранным размерам, размеры проставлены автоматически с допуском.

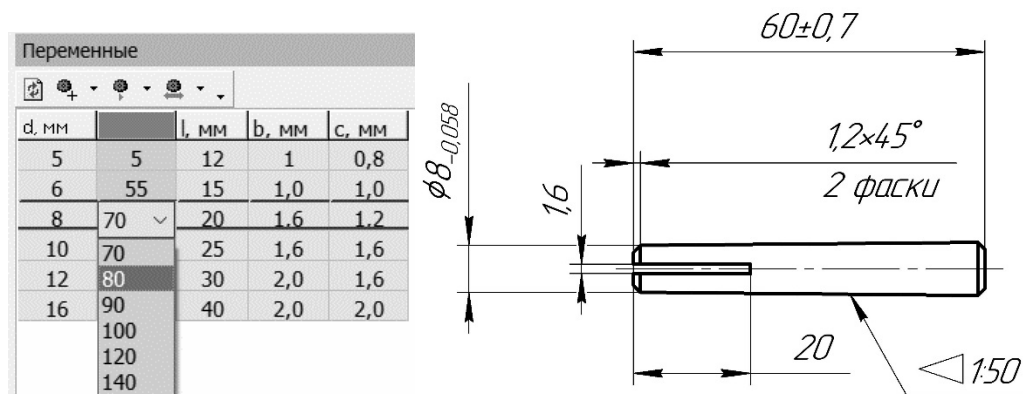


Рис. 3. Диалоговое окно выбора размеров штифта в менеджере шаблонов и фрагмент изображения

### Заключение

Рассмотренный способ создания библиотеки шаблонов фрагментов чертежа может применяться как в инженерно-конструкторской деятельности, так и в учебном процессе, например, для создания заданий для практических и домашних работ по вариантам.

### Список литературы

- [1] Создание и редактирование шаблона КОМПАС-3D v 21 URL: <https://help.kompas.ru/ag1233824.html> (дата обращения 30.03.2023).
- [2] Кидрук М.И. Конструкторские библиотеки и инструменты для их создания в системе КОМПАС-3D. Часть 2. Сделай сам, или Как создать свою библиотеку для КОМПАС-3D. САПР и графика, 2006, №2. URL: <https://sapr.ru/article/15598> (дата обращения 30.03.2023).
- [3] ГОСТ 19119-80 (СТ СЭВ 1488-78). Штифты конические разводные. Технические условия. Москва, Изд-во стандартов, 1980, 4с.

**Орешкина Алла Юрьевна** – студент МК1-101 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: oreshkinaayu@student.bmstu.ru

**Сулина Ольга Владимировна** – доцент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: sulinaolga@bmstu.ru

## ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ РАЗВЕРТОК КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Развертка играет значительную роль в инженерии, дизайне, архитектуре. В статье рассматриваются способы построения развертки поверхностей с помощью графических инструментов и компьютерных программ. Выпрямление фигуры на плоскость позволяет упростить процесс изготовления моделей и конструкций, сократить время работы и улучшить точность изготовления. Различные методы развертки для разных типов кривых поверхностей, представляют собой плоский рисунок, который может в точности передать размеры фигуры.*

**Ключевые слова:** *развертка, выпрямление поверхности на плоскость, программа.*

Развертка поверхности представляет собой плоскую фигуру, которая получается путем совмещения данной поверхности с плоскостью. Каждой точке на поверхности соответствует вполне определенная и единственная точка на развертке и наоборот.

В практике проектирования и строительства часто бывает необходимо моделировать поверхность плоской фигурой, которая может быть названа «выкройкой» поверхности или разверткой. Практически построение разверток выполняется чисто графически с соблюдением определенного, допустимого для каждого случая упрощения. Гранные поверхности развертываются в плоскую фигуру путем определения натуральных величин граней и вычерчивания их в определенной последовательности, при совпадении общих ребер. Натуральные величины граней определяются одним из известных способов.

Для построения развертки наклонного цилиндра с круговым основанием необходимо выполнить следующие действия:

1. Проводим вспомогательную секущую плоскость  $R$ , перпендикулярную к оси цилиндра. Она разделит заданную поверхность на два прямых цилиндра с общим основанием (см.рис.1).

2. Находим натуральную величину перпендикулярного (нормального) сечения. Делим основание наклонного цилиндра на 12 равных частей и через точки деления проводим образующие цилиндра, которые делят периметр нормального сечения на 12 неравных частей: 1-2, 2-3, и т. д.

3. Проводим в стороне прямую линию и на ней от произвольной точки откладываем прямолинейные отрезки 1-2, 2-3 и т.д., равные сторонам многоугольника 1,2,3...1, вписанного в кривую нормального сечения.

4. Проводим через полученные точки 1,2,3...1 перпендикуляры к прямой 1-1, и на каждом из них откладываем длины образующих верхнего и нижнего цилиндров, заданные в натуральную величину.

5. Соединив концы образующих плавной кривой, получаем развертку боковой поверхности наклонного цилиндра.

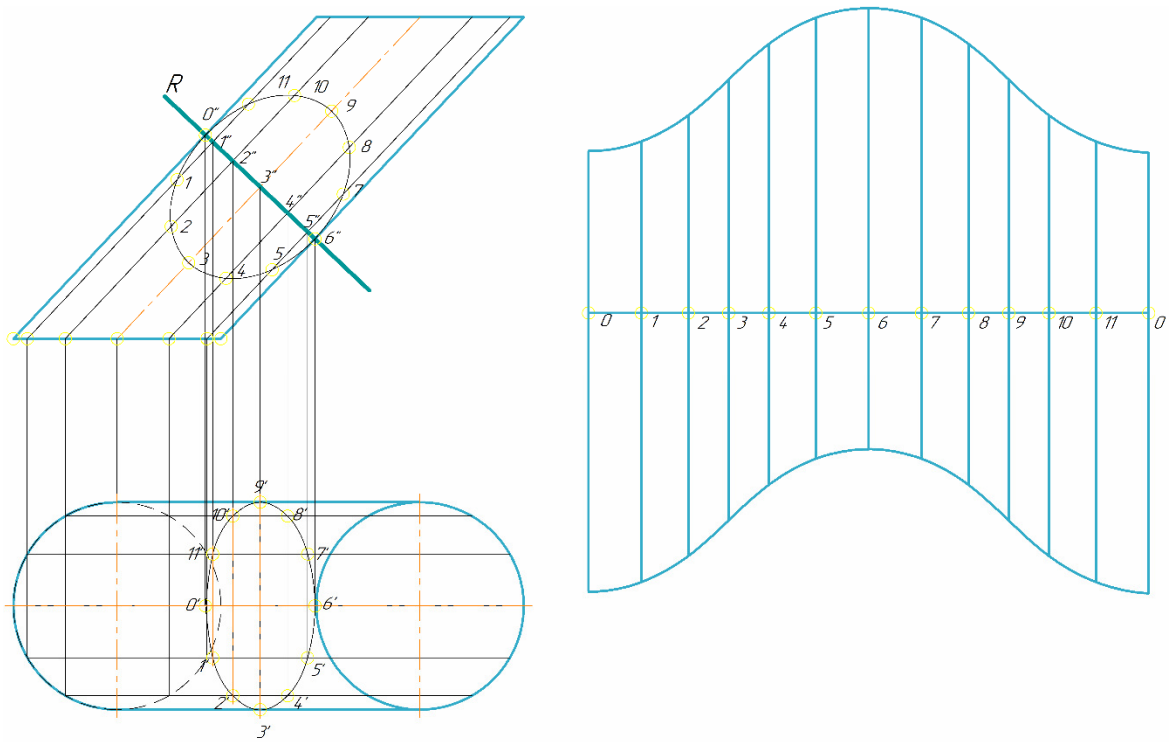


Рис.1. Развертка боковой поверхности цилиндра

Для построения развертки наклонного цилиндра с круговым основанием необходимо выполнить следующие действия

1. Делим основание конуса на 12 равных частей и проводим через точки деления образующие (см. рис. 2).

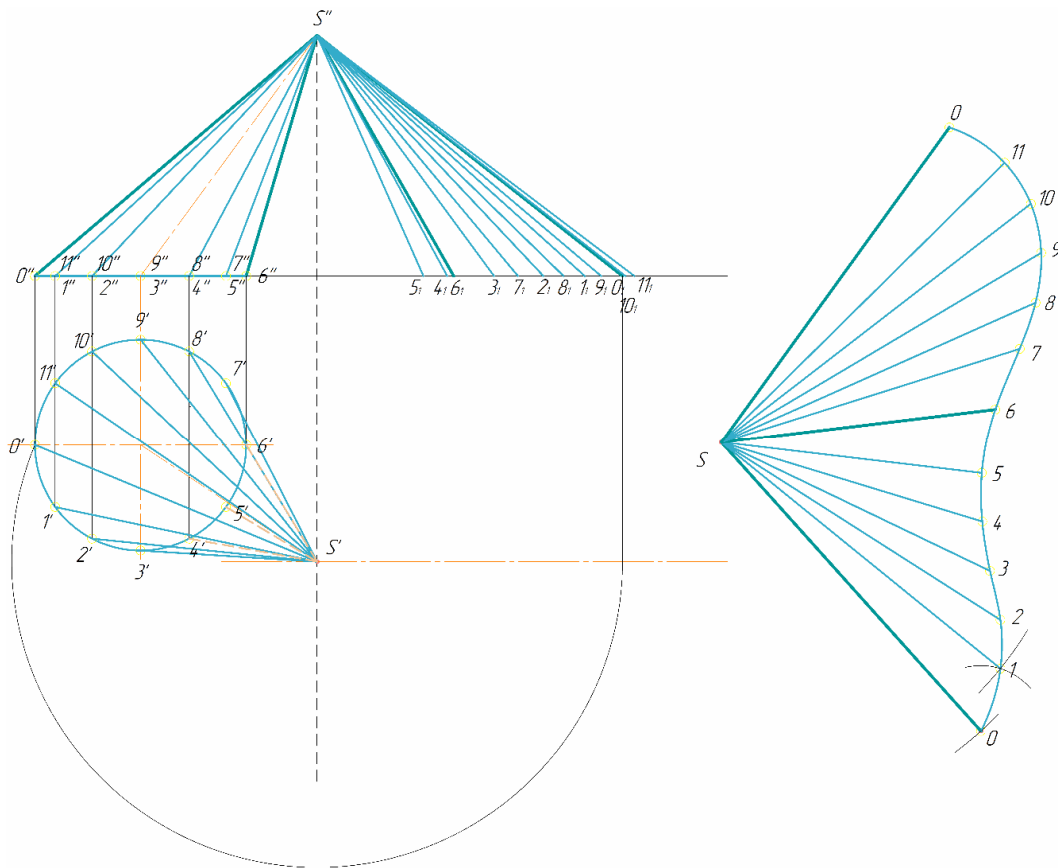


Рис.2. Развертка боковой поверхности конуса

Таким образом, всю боковую поверхность разбиваем на 12 криволинейных треугольников, которые с достаточной для практики точностью можно заменить плоскими треугольниками; следовательно, боковая поверхность конуса заменяется боковой поверхностью 12-гранной пирамиды, вписанной в этот конус.

2. Находим натуральные величины всех образующих конуса (на примере образующей  $S_0$  показано то, как определяем натуральную величину).

3. Строим в стороне последовательно плоские треугольники по известным натуральным величинам их сторон  $S_{01}$ ,  $S_{12}$  и т. д.

4. Соединив концы образующих плавной кривой, получаем развертку поверхности наклонного конуса с круговым основанием.

### **Заключение**

Таким образом, были рассмотрены построения разверток боковой поверхности наклонного цилиндра и наклонного конуса с круговыми основаниями.

### **Список литературы**

[1] Проф. Х.А. Арустамов. Сборник задач по начертательной геометрии, с решением типовых задач, издание девятое, стереотипное, М.: «Машиностроение» – 1978 – 445 с.

[2] Е.П. Касаткина, И.В. Гордеева, Л.Г. Головина, Е.А. Капитанова, В.Н. Нетунаева, Т.А. Полтавцева, Ю.В. Степанов. Поверхности и развертки. Пересечение поверхностей – М.: МЭИ – 2017 – 78с.

[3] А.Г. Климухин. Начертательная геометрия, 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат – 1978– 334с

**Савичкин Артем Олегович** – студент группы ИУК1-22Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: saviichkin@list.ru

**Сахаров Владимир Валентинович** – старший преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vlad.saharov2011@yandex.ru

## ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМЫЕ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ

*В начертательной геометрии при решении задач позиционного характера, а также построения пространственных изображений фигур, используют взаимное положение прямых, прямой и плоскости, двух плоскостей. Особое положение занимают свойства перпендикулярности.*

**Ключевые слова:** точка, линия, плоскость, перпендикулярность.

Рассмотрим перпендикулярность прямых как частный случай взаимного положения прямых.

Две прямые взаимно перпендикулярны, если каждая из них является направлением одной из плоскостей другой прямой.

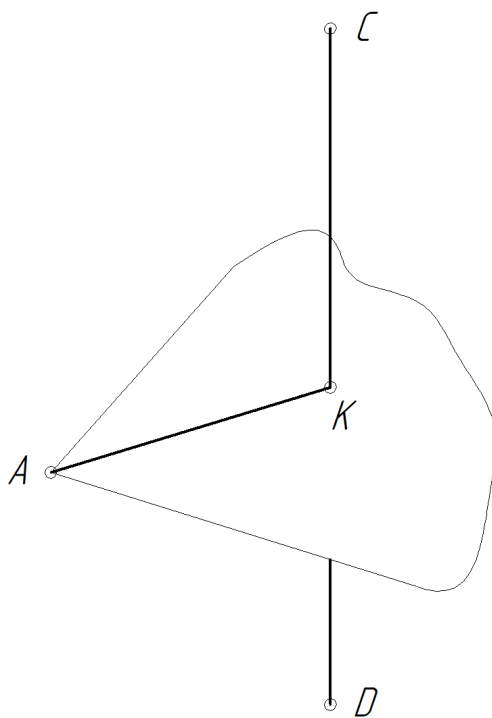


Рис. 1. Построение прямой перпендикулярной другой прямой

Через точку можно провести бесконечное множество прямых, перпендикулярных к данной прямой, но только одна из них будет пересекать другую под прямым углом. Все эти прямые принадлежат одной плоскости. Поэтому для построения чертежа прямой линии, перпендикулярной к другой прямой, необходимо прежде всего построить плоскость, перпендикулярную к этой прямой.

На рис. 1 через точку  $A$  проведена плоскость  $\alpha$  перпендикулярно к заданной прямой  $CD$  и определена точка  $K$  пересечения прямой  $CD$  с этой плоскостью. Прямая  $AK$  пересекает заданную прямую  $CD$  под прямым углом.

Рассмотрим данное условие на примерах решения задач.

Пример. Через данную точку  $x$  прямой  $ab$  перпендикулярно провести прямую, пересекающую данную прямую  $cd$  (рис.2).

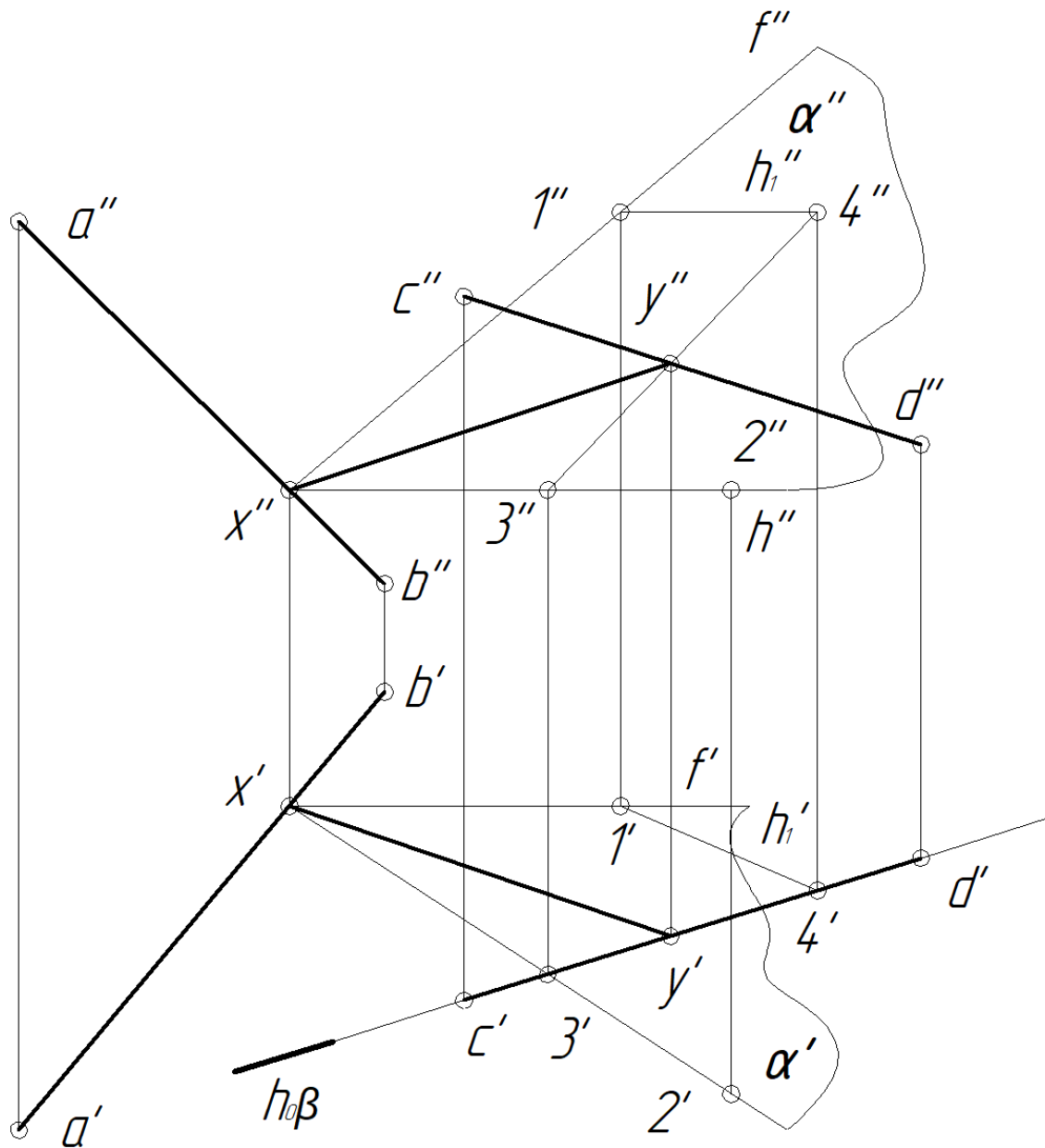


Рис. 2. Построение прямой  $xy$  перпендикулярной к  $ab$  и пересекающей  $cd$

Решение. Через точку  $x$  прямой  $ab$ , проведем плоскость  $\alpha$ , перпендикулярно к ней. Определяем точку пересечения этой плоскости с прямой  $cd$ . Через прямую  $cd$ , проводим секущую вспомогательную плоскость  $\beta$ . Определяем линию  $34$ , пересечения этой плоскости с плоскостью  $\alpha$ .

На пересечении двух прямых  $34$  и  $cd$ , определяем точку  $y$ . Прямая  $xy$ , является искомой, удовлетворяющей заданному условию.

Пример. В плоскости  $\alpha$  построить прямую, пересекающую данную прямую  $ef$ , под прямым углом (рис.3).

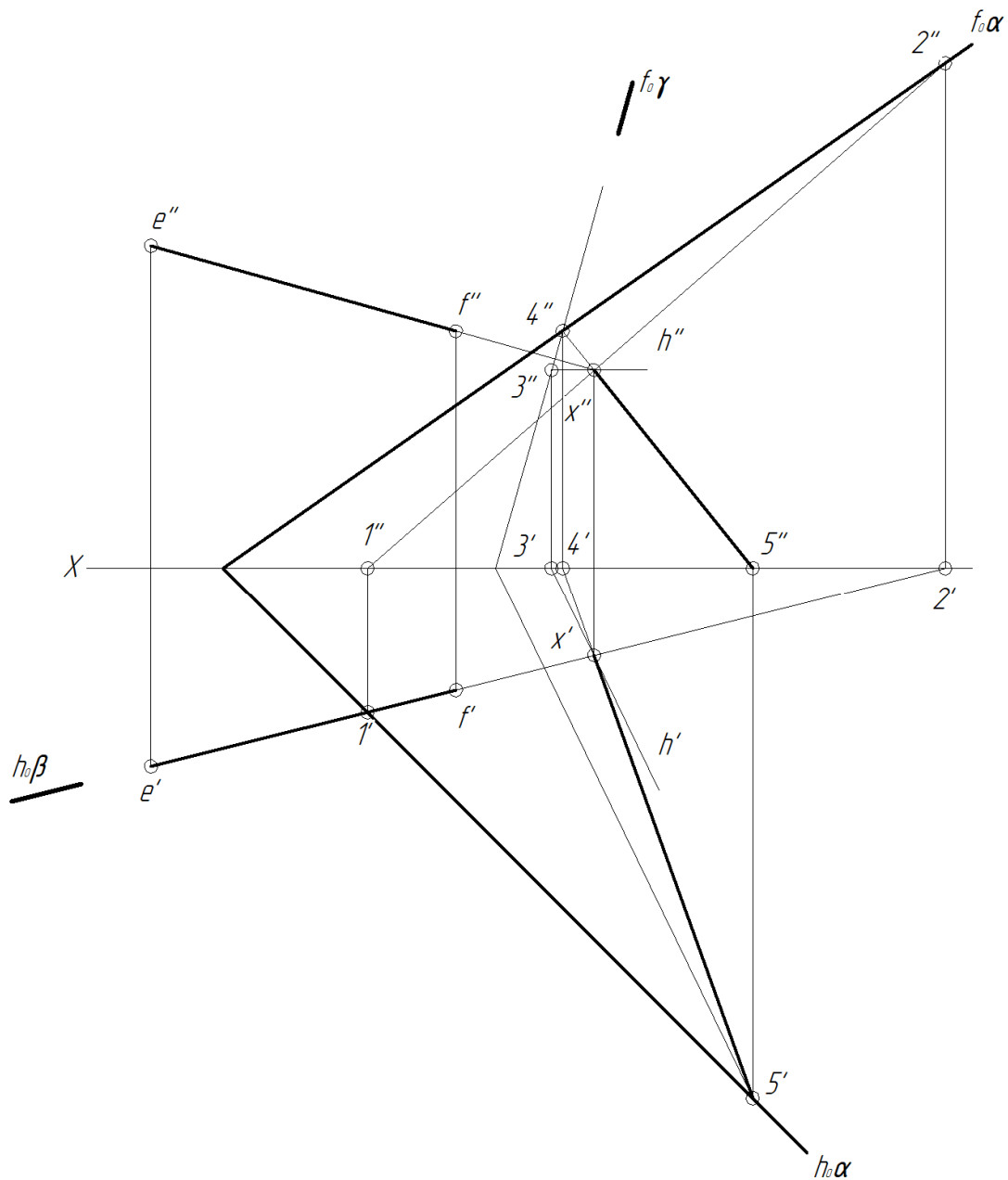


Рис. 3. Построение прямой принадлежащей плоскости и перпендикулярной к заданной прямой

**Решение.** Определяем точку  $x$  пересечения прямой  $ef$  с плоскостью. Для этого через прямую проводим проецирующую плоскость  $\beta$  и строим линию 12, её пересечения с данной плоскостью. Эта линия пересекает прямую  $ef$ , в точке  $x$ .

Через точку  $x$  проводим плоскость  $\gamma$  перпендикулярно к прямой  $ef$ . Любая прямая такой плоскости составляет с данной прямой линией угол, равный  $90^\circ$ .

Очевидно, искомой является прямая линия  $x5$ , пересечения плоскости  $\gamma$  с данной плоскостью  $\alpha$ . Она определяется по точкам 4 и 5 пересечения одноименных следов этих плоскостей.

Итак, прямая  $x5$ , принадлежит данной плоскости и составляет с прямой  $ef$  прямой угол.

## **Заключение**

Рассмотренные способы могут применяться при решении задач позиционного характера и при выполнении студентами домашнего задания при построении пространственных фигур.

## **Список литературы**

[1]. *Локтев О.В.* Краткий курс начертательной геометрии: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985 – 136 с.

[2]. *Павлова А.А.* Начертательная геометрия: учеб. Для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по специальности «Технология и предпринимательство». – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2005. – 301 с.

[3]. *Бубенников А.В.* Начертательная геометрия: учебн. для студ. высш. учеб. завед. Всех спец. Кроме строительных. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1973 – 158 с.

**Махель Тимофей Денисович** – студент МК8-22 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: makheltd@student.bmstu.ru

**Зуев Алексей Михайлович** – старший преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: zuevam@bmstu.ru



## ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ

*В настоящей научной статье рассматриваются важные аспекты конструирования, связанные с разверткой, которая позволяет перенести трехмерную форму на плоскость для дальнейшего проектирования и изготовления деталей. В статье рассмотрены два примера построения разверток: развертка колпака и развертка технической формы. Данная статья предоставляет практические рекомендации и способы построения развертки колпака и развертки технической формы и может быть полезна для инженеров, проектировщиков и студентов, интересующихся техническим черчением и производством деталей.*

**Ключевые слова:** инженерная графика, развертка, колпак, техническая форма, проектирование, машиностроение.

Инженерная графика является важным инструментом для технического проектирования и изготовления различных изделий. Одним из важных аспектов черчения является развертка, которая позволяет перенести трехмерную форму на плоскость для дальнейшего проектирования и изготовления деталей.

В данной статье мы рассмотрим две важные темы, связанные с разверткой: развертку колпака и развертку технической формы. Развертка колпака — это процесс преобразования трехмерной формы колпака в плоскость. Этот процесс необходим для проектирования и изготовления деталей сложной формы с высокой точностью и качеством. Это особенно важно в производстве оборудования, где требуется высокая точность и надежность конструкций.

Развертка технической формы, в свою очередь, является процессом переноса трехмерной формы на плоскость для дальнейшего ее проектирования и изготовления деталей. Этот процесс необходим в производстве многих изделий, таких как металлические конструкции, корпуса и другие.

Перейдем к построению развертки колпака.

Развертку колпака, состоящего из цилиндрических поверхностей, построили следующим образом:

Секция I. На П1, перпендикулярно основанию данной секции  $T_1G_1$ , провели линию, равную  $\pi \cdot d/4$ . Затем на П1 и П2 провели горизонтальные плоскости, разбив тем самым поверхность на равные участки. На построенном перпендикуляре, соответственно длинам, отложили и отметили участки 7, 6,..., равные на П3 длинам соответствующих дуг (7, 6,...). Горизонтальные плоскости разбили секцию на образующие АВ, CD, EF,... Эти точки отобразили на П3, после чего провели перпендикулярные основанию  $T_1G_1$  линии до нахождения их точек пересечения с соответствующими образующими на развертке ( $\bar{A}, \bar{C}, \dots$ ). Плавно соединили эти точки и получили развертку.

Секция II. Для построения данной развертки, предварительно нашли истинную величину дуги  $T_1I_1$ , повернув ее вокруг оси колпака до состояния, па-

параллельного фронтальной плоскости проекций. Затем отобразили дугу на П2, где она будет в натуральную величину. На П2 разбили ее на равные части ( $m_1 - m_2$ ) и перенесли их на П1, проводя перпендикуляр из точки  $G_1$  к основанию секции II. Отметим точки ( $\overline{N_1}, \overline{P_1}, \dots$ ). После этого провели образующие длины по такому же принципу, как и в секции I.

Секция III. Её построили таким же способом, как и секцию I. Единственное отличие состоит в том, что длины дуг брали из П2 и переносили их на П1.

Итоговая развертка колпака представлена на рис. 1.

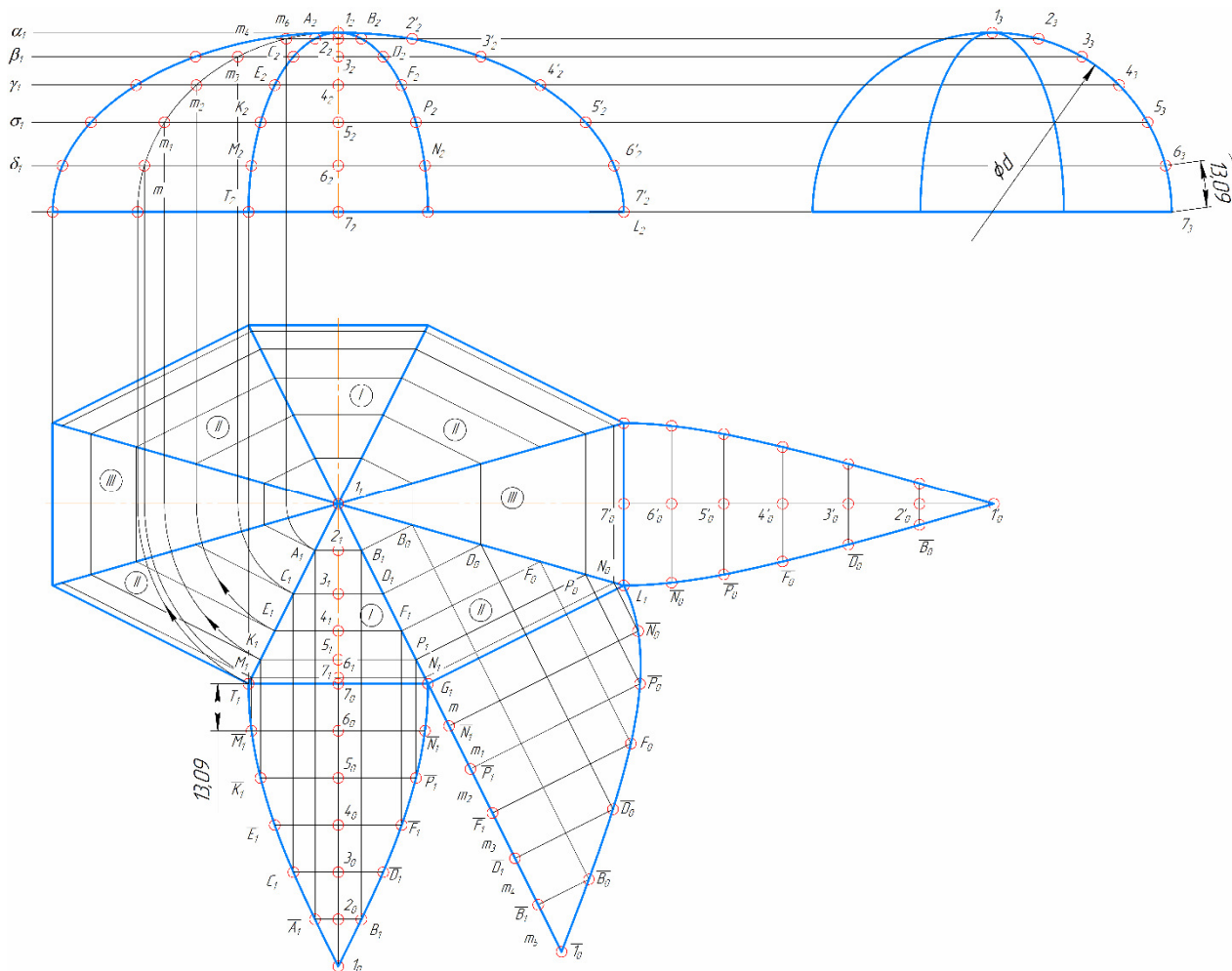


Рис. 1. Развертка колпака

Перейдём к построению технической формы.

Развертку цилиндра 5 построили следующим образом:

Имея высоту, по линиям проекций построили прямоугольник длиной  $\pi \cdot d$ . Провели ось и построили проекцию цилиндра на П1. Имея точки сечения, спроецировали их на поверхность цилиндра на П1, после чего отложили эти точки с соответствующими длинами дуг на развертке и провели вертикальные линии до пересечения с горизонтальными линиями связи из соответствующих точек. Соединили отверстие плавной линией.

Секции I, II, III, VI повернули на 180 градусов так, чтобы они составляли целую трубу. Далее построили их контур по имеющейся высоте и по формуле

п·D. Затем построили линию пересечения участков, дополнительно построив справа полуокружность. На развертке нашли точки пересечения с цилиндром V и соединили плавной линией.

Итоговая развертка технической формы представлена на рис. 2.

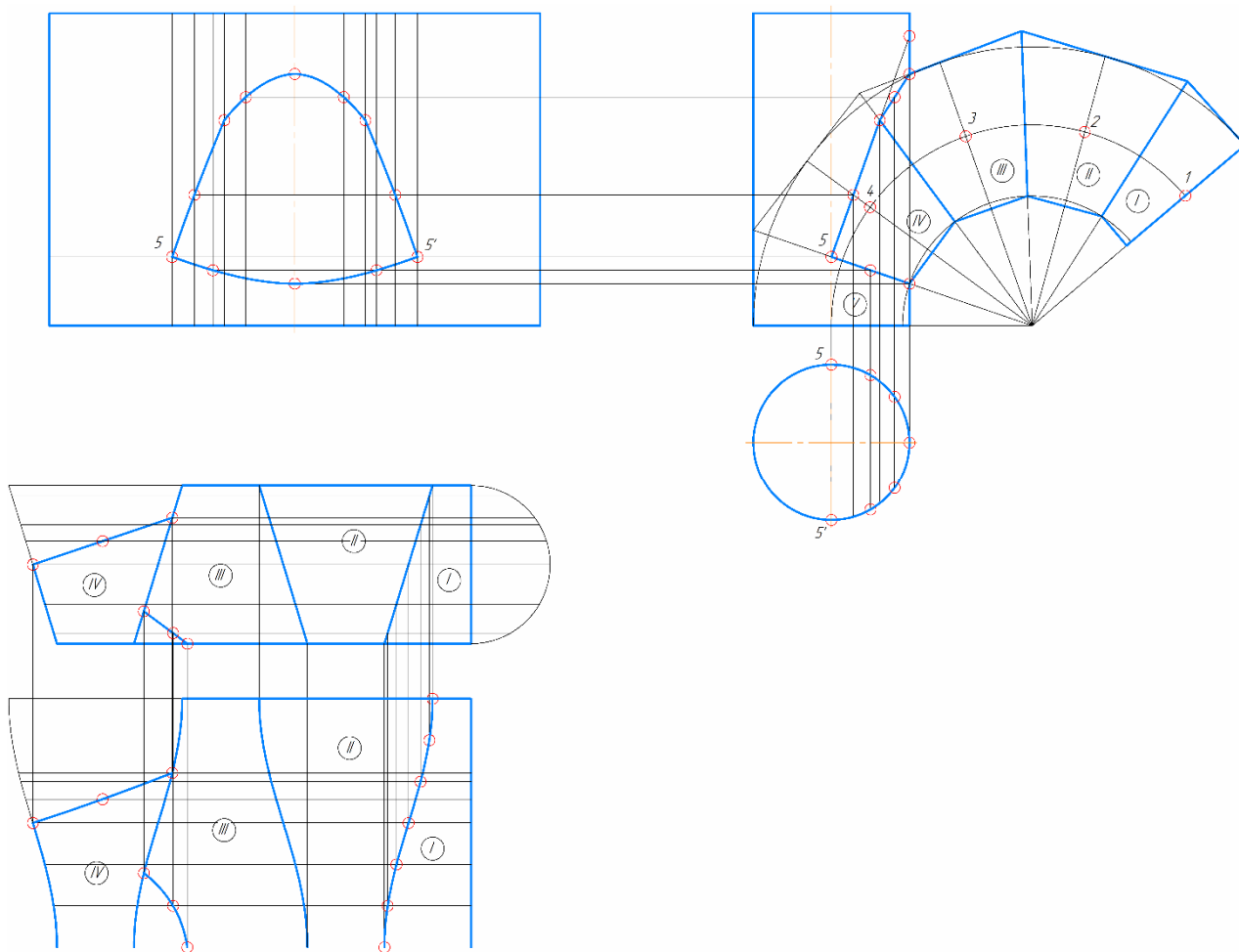


Рис. 2. Развертка технической формы

Обе развертки построены с применением графического редактора КОМПАС-3D.

**Заключение.** Построение разверток тонкостенных деталей, имеющих сложные геометрические поверхности, является неотъемлемой частью производственных процессов в различных отраслях промышленности, эти элементы играют важную роль в проектировании и производстве различных изделий. Правильно построенная развертка позволяет изготовить детали точно и с минимальными затратами. Важно отметить, что построение развертки требует определенных знаний и навыков в области геометрии и математики. Однако, современные технологии позволяют автоматизировать процесс построения развертки, что значительно упрощает работу дизайнеров и инженеров.

### Список литературы

[1] Годик Е. И, и Хаскин А. И. Справочное руководство по черчению. Изд. 4-е, перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1974 (IV кв.) 696 с с.

[2] Панасенко, В. Е. Инженерная графика : учебное пособие / В. Е. Панасенко. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 168 с. — ISBN 978-5-8114-3135-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213110> (дата обращения: 02.04.2023).

[3] Четошников, А. А. Инженерная графика. Часть 1. Начертательная геометрия : учебно-методическое пособие / А. А. Четошников. — Барнаул : АГАУ, 2017. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/279116> (дата обращения: 02.04.2023).

[4] Бурлов, В. В. Инженерная компьютерная графика в системе компас-3D : учебно-методическое пособие / В. В. Бурлов, И. И. Привалов, Л. В. Ремонтова. — Пенза : ПензГТУ, 2014. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62803> (дата обращения: 04.04.2023).

[5] Лобанова, И.В. Применение программы КОМПАС-3D при решении задач инженерной графики / И.В. Лобанова, Т.Ю. Алаева // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 85. — С. 36-39. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/303224> (дата обращения: 04.04.2023).

**Колосов Максим Игоревич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [maximkolosov2001@mail.ru](mailto:maximkolosov2001@mail.ru)

**Сломинская Елена Николаевна** – зав. кафедрой МК4 "Инженерная графика", канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [slominskaya\\_elena@bmstu.ru](mailto:slominskaya_elena@bmstu.ru)

## ПОСТРОЕНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ МНОГОГРАННИКОВ

Существуют различные способы проектирования и построения правильных многогранников. Также трехмерные модели этих тел можно построить и в электронном виде. Одним из таких способов и может являться построение многогранника в системе твердотельного моделирования КОМПАС-3D.

**Ключевые слова:** правильные многогранники, тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, методы начертательной геометрии, твердотельное моделирование

Многогранники как простейшие пространственные формы преобладают в техническом творчестве человека. Многие инженерные сооружения древности представляют собой форму многогранников. Это пирамиды, здания, башни, замки, построенные за много веков до наших дней. Многогранные формы предметов применялись не только в древности. Они дошли до наших дней и находят широкое применение в архитектуре и технике. Многогранные формы часто применяются в конструкции современных зданий и различных инженерных сооружений. Например крыши стадионов, жилых и общественных зданий могут иметь форму не только призм и пирамид, пересекающихся между собой, но так же сложных многогранников. Многогранные формы имеют детали машин и механизмов, станков и инструменты. При конструировании многих инженерных сооружений, имеющих криволинейные поверхности, их часто аппроксимируют близкими по форме гранными поверхностями.

Наибольший практический интерес представляют призмы, пирамиды, призматойды и правильные выпуклые многогранники - тела Платона: тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр [1].

Предложим построение тетраэдра, куба, октаэдра без алгебраических вычислений применяя только методы начертательной геометрии [2] и графические построения [3]. Начнем с построения тетраэдра. Создадим новый файл Деталь. Установим ориентацию модели Изометрия. Необходимо выбрать для построения первого эскиза горизонтальную плоскость ZX. В этой плоскости построим равносторонний треугольник со стороной равной 50 мм. (см рис. 1).

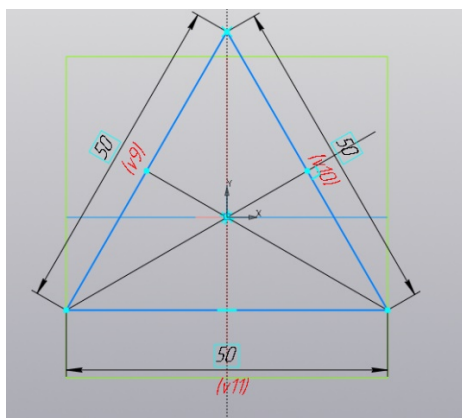


Рис.1. Построение равностороннего треугольника

Далее необходимо выйти из режима Эскиз и вернуться в режим трехмерного построения. Далее определим точку четвертой вершины тетраэдра. Для этого создадим эскиз в плоскости XY. Данный эскиз лучше выполнять стилем линии Тонкая (см. рис. 2).

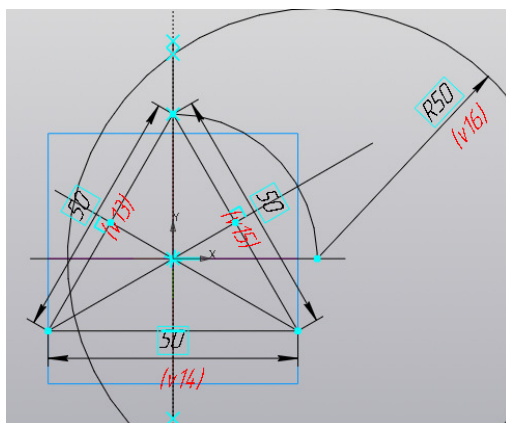


Рис. 2 Создание эскиза в плоскости XY

Построим равносторонний треугольник со стороной 50 мм. Центр треугольника совпадает с началом координат. Через центр треугольника проводим горизонтальную и вертикальную линии. Далее вычерчиваем дугу с центром в начале координат и радиусом равным расстоянию от начала координат до вершины треугольника. Дуга должна пересечь горизонтальную линию. Из этой точки (точки пересечения) построим окружность радиусом 50 мм. В точке пересечения последней окружности с вертикальной линией треугольника командой Точка обозначим вершину тетраэдра. Можно закрыть эскиз и вернуться в режим трехмерных построений.

На панели Вспомогательная геометрия выберем команду Плоскость через точку параллельно плоскости. В дереве модели выделим плоскость ZX и щелкнем мышью в точку вершины тетраэдра (см. рис. 3). Получили вспомогательную плоскость, в которой построим эскиз точки в начале координат, перейдя для этого в режим создания эскиза.

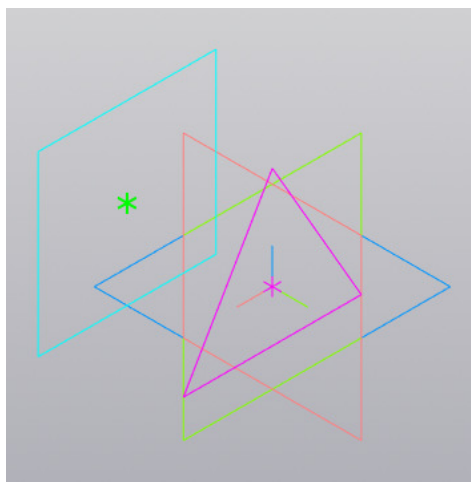


Рис. 3 Построение вспомогательной плоскости

Таким образом мы создали геометрические построения для модели тетраэдра. Теперь закончим построение, выбрав команду «Операция выдавливания»

по сечениям и выбрав последовательно Эскиз 1 и Эскиз 3. Мы получили модель тетраэдра со стороной 50 мм.

Моделирование куба выполняется в следующей последовательности: создание файла Деталь, выбираем ориентацию Изометрия, выбираем плоскость ZX, создаем эскиз квадрата с нужной стороной (см. рис 4), выбираем операцию Выдавливание, устанавливаем необходимые параметры, включая глубину выдавливания 50 мм.

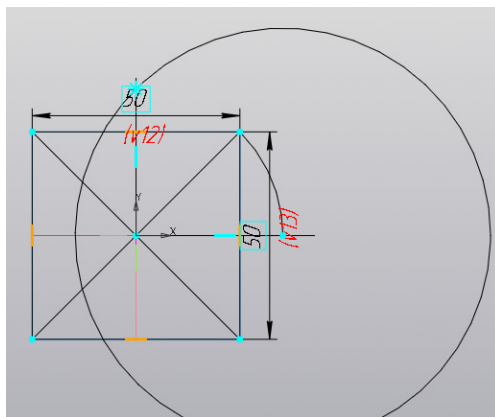


Рис.4 Построение эскиза квадрата

Таким образом получаем модель куба.

Построения октаэдра аналогичны построению тетраэдра. Создаем модель четырехугольной пирамиды. В основании создаем эскиз квадрата со стороной 50 мм. Вершину октаэдра определяем при помощи вспомогательного эскиза, лежащего в плоскости перпендикулярной основанию. После завершения операции По сечениям необходимо воспользоваться командой Зеркальный массив. Массив выполняется относительно плоскости ZX (см. рис. 5).

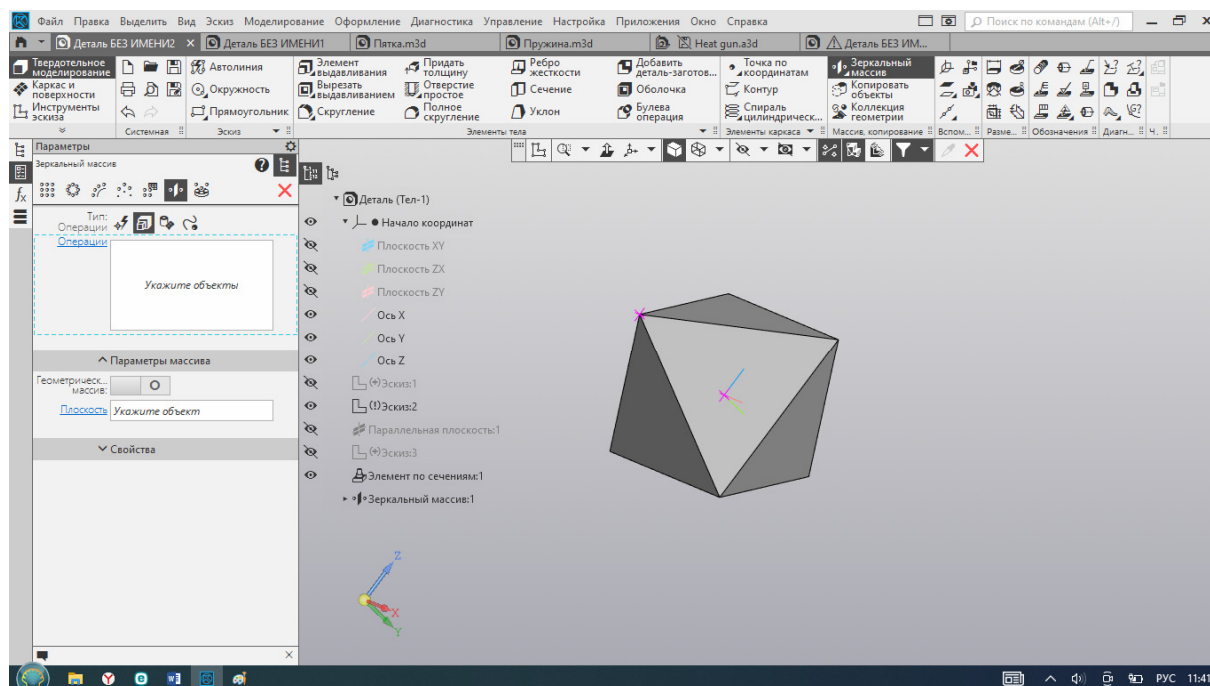


Рис.5 Модель октаэдра

## **Заключение**

Таким образом мы получили три модели правильных многогранников, не затрачивая время на дополнительные вычисления. применяя только методы начертательной геометрии и графические построения.

## **Список литературы**

- [1] Смирнова И.М. В мире многогранников – М.: Просвещение, 1995
- [2] Начертательная геометрия: учебное пособие/ В.В. Корниенко, В.В. Дергач, А.К. Толстихин, И.Г. Борисенко. – 4-е изд., испр, и доп. -Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 129 с
- [3] Начертательная геометрия учебник для вузов – Москва: Строиздат, 1987. – 319 с

**Синицин Александр Сергеевич** – студент ИУК4-21Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: sfs22ki251@student.bmstu.ru

**Шестернина Елена Анатольевна** – старший преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: elena13elen@yandex.ru



## ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА ФЛАНЦА

*В работе предложен способ построения трехмерной модели и ассоциативного чертежа типа «фланец» в системе КОМПАС-3D. Построение осуществляется способом создания в геометрическом пространстве модели каркаса поверхности. Способ построения чертежа и модели может применяться в учебном процессе в курсах дисциплин: «Инженерная графика» и «Начертательная геометрия».*

**Ключевые слова:** *трехмерная модель, электронная геометрическая модель, ассоциативный чертеж, фланец.*

Фланец - деталь квадратной, круглой или иной формы с отверстиями под соединительные детали, служащая для прочного (узлы длинных строительных конструкций, например, ферм, балок и др.) и герметичного соединения труб, трубопроводной арматуры, присоединения труб друг к другу, к машинам, аппаратам и ёмкостям; для соединения валов и других вращающихся деталей.

Построим электронную геометрическую модель фланца в системе КОМПАС-3D по размерам рис.1. Создадим эскиз в горизонтальной плоскости в документе «деталь». В эскизе строим окружность диаметром 110 мм (основа детали), на которой располагаем центры отверстий (диаметром 12 мм) под болты или шпильки, правильный шестиугольник с размером «под ключ», а также размечаем окружности диаметрами 60 и 35 мм, с помощью которых в дальнейшем построим цилиндрическую часть фланца. С помощью команды «Элемент выдавливания» придаем основной окружности толщину размером в 15 мм, не затрагивая область цилиндрической части, и проводим через верхнюю грань новую плоскость. Создаем эскиз в новой плоскости и размечаем криволинейную трапецию под два элемента уклона. Следующим действием через эту же команду задаем высоту полого цилиндра в 80 мм и области между наименьшей окружностью и контуром правильного шестиугольника в 25 мм.

Для создания наклоненного элемента в качестве основы выбираем эскиз в новой плоскости, а в настройках выбираем способ: до ближайшей поверхности, направляющий вектор задаем под углом  $60^{\circ}$ .

Для создания отверстий на полом цилиндре создаем эскиз во фронтальной плоскости и на нижней части основания детали, используем команду «Элемент выдавливания» с настройками «Вычитанием» и способом «Через все» и вырезаем нужные нам фрагменты.

Результаты моделирования представлены на рис.2.

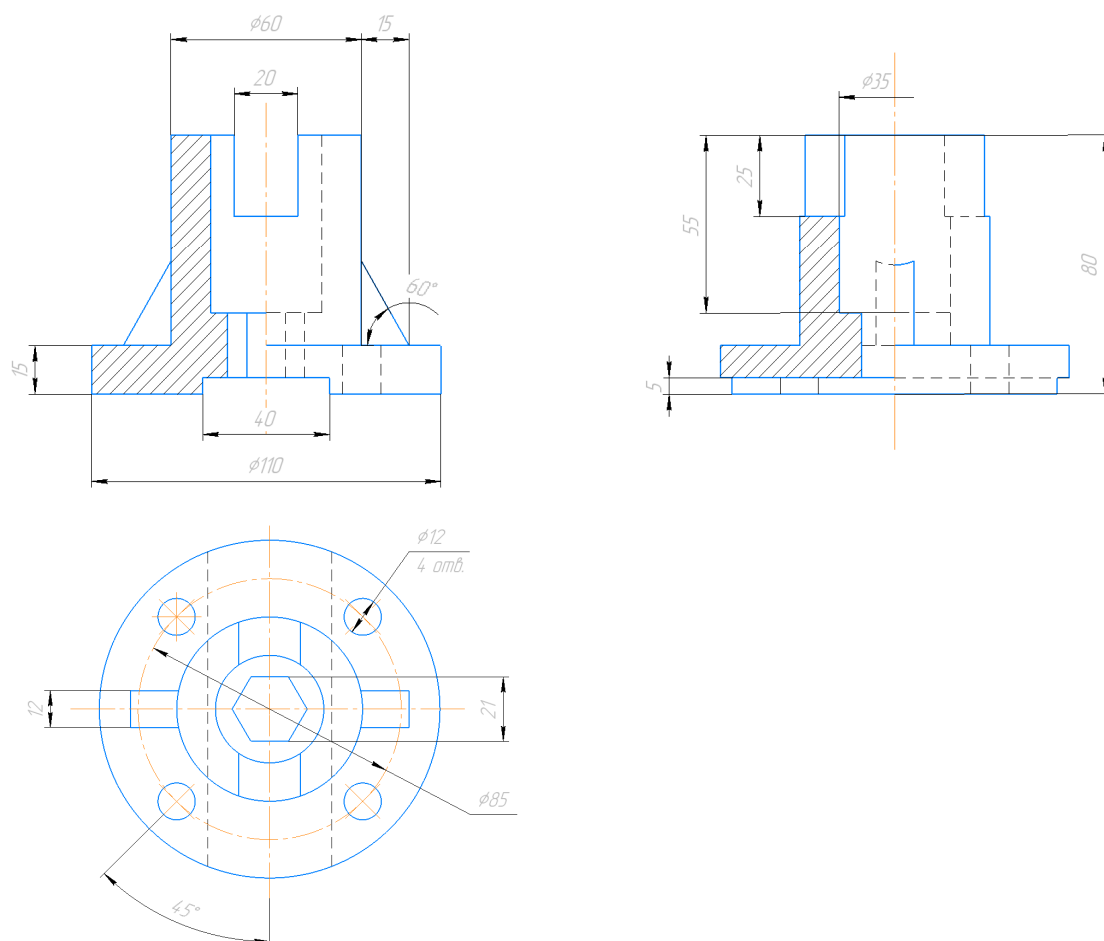


Рис 1. Ортогональный чертеж фланца в трех видах с размерами

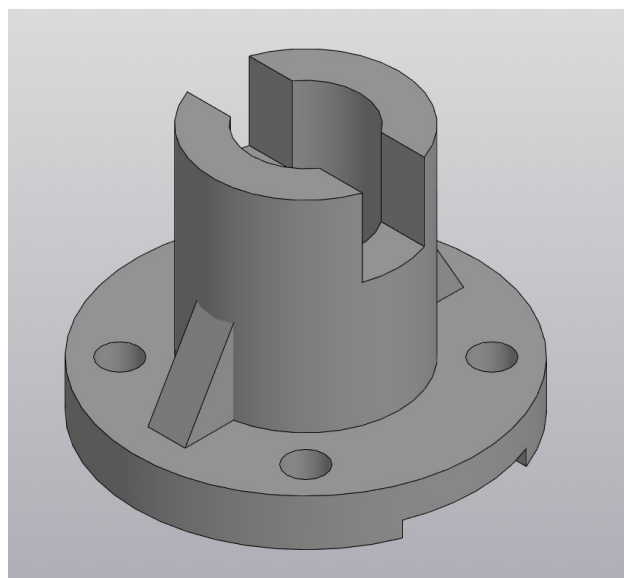


Рис 2. Трехмерная модель фланца

Для более наглядного представления вырежем одну четверть модели (рис 3.).

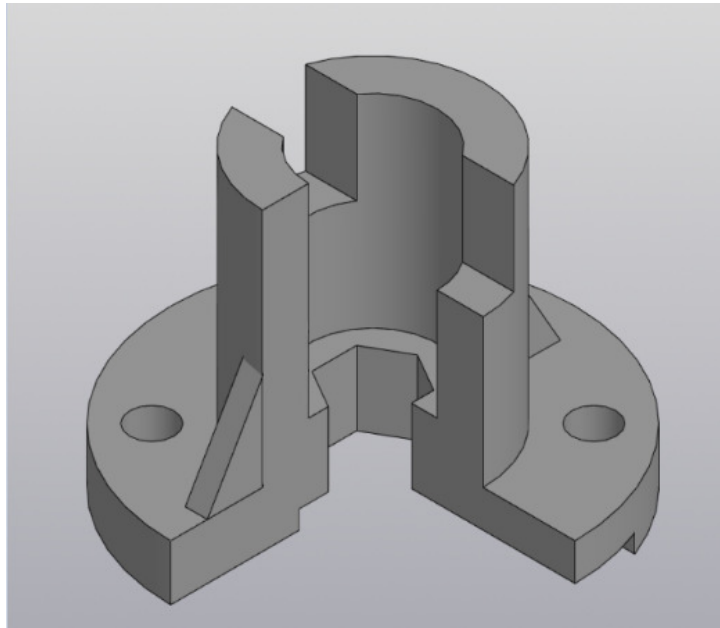


Рис 3. Трехмерная модель фланца с вырезом

Создаем ассоциативный чертеж (рис.4) и накладываем виды на построенные проекции фланца (рис.1). Виды и проекции совпадают.

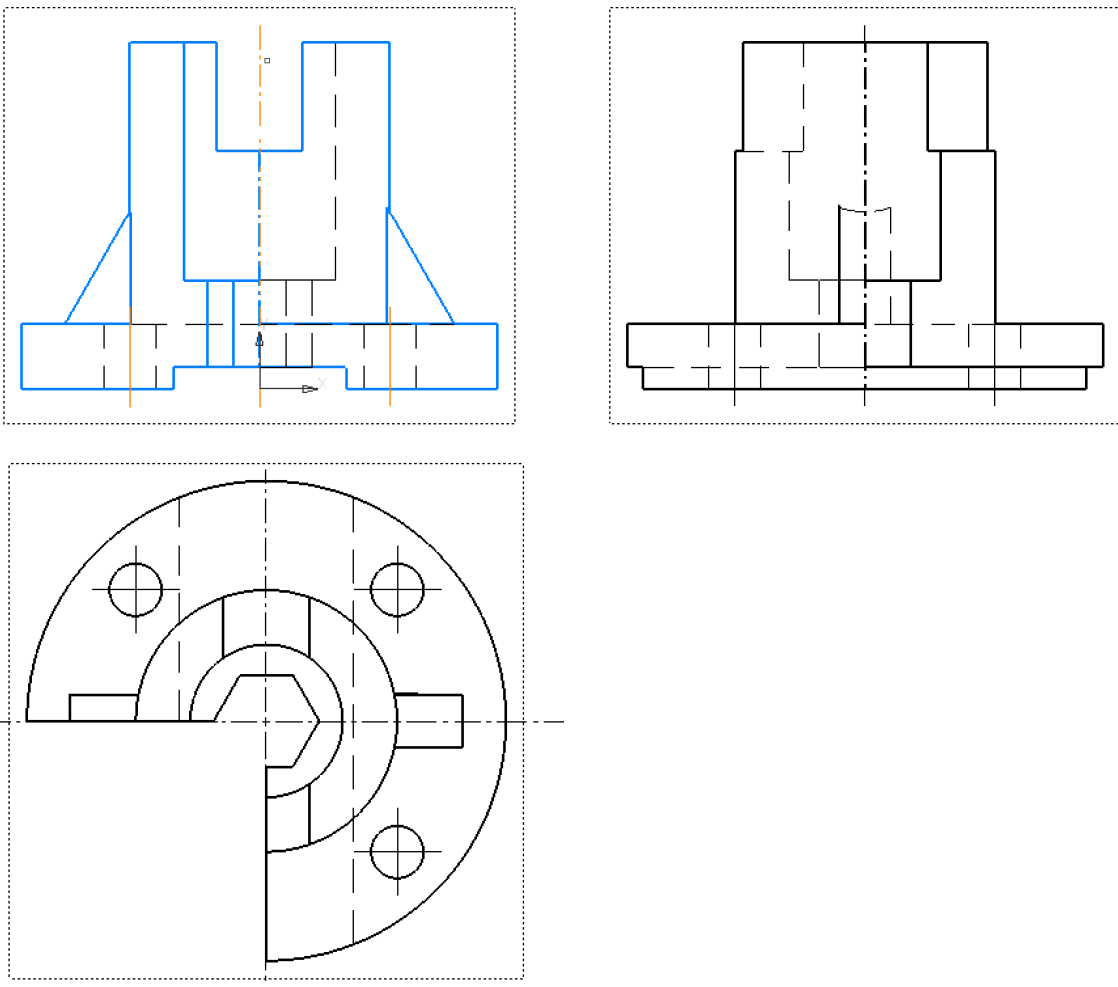


Рис 4. Построение ассоциативного чертежа модели

## **Заключение**

Рассмотренный способ создания электронной геометрической модели и ассоциативного чертежа фланца является точным и может быть применен в процессе конструирования изделий в машино- и приборостроении.

## **Список литературы**

[1] Осипов В.К., Чекмарев А.А. Справочник по машиностроительному черчению. - М.: Высшая школа, 2000. - 330 с.

[2] Коренвайн Н. П., Жучина Л. И., Жилина Н. Г. Аксонометрические проекции : методическое пособие по инженерной графике. — М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012.

[3] Скобелева, И.Ю. Инженерная графика: учебное пособие / И.Ю.Скобелева, И.А. Ширшова, Л.В. Гареева, В.В. Князьков. Ростов-н/Д : Феникс, 2014 - 304 с. : ил.,схем. – [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271503>.

**Зайцева Ксения Владимировна** – студент ИУКЗ-21Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [zaytsevakv@student.bmstu.ru](mailto:zaytsevakv@student.bmstu.ru)

**Сломинская Елена Николаевна** – заведующая кафедрой МК4, доцент, к.т.н., доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [slominskaya\\_elena@bmstu.ru](mailto:slominskaya_elena@bmstu.ru)

**СЕКЦИЯ 15.**

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
АСПЕКТЫ ЭКОНОМИКИ**

## ИННОВАЦИИ КАК ОСНОВА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАН МИРА

*В статье обосновываются теоретико-методологические основы инноваций и определяется влияние инноваций на социально-экономическое развитие общества. Проведен анализ состояния и тенденций инновационного развития стран мира и России. Определены лидеры, проанализированы экономические и институциональные условия, созданные в странах для развития инноваций.*

**Ключевые слова:** экономическое развитие, инновации, инновационная деятельность, инновационная политика, мировое хозяйство.

На современном этапе развития хозяйства инновации создают основы для достижения интенсивного типа общественного воспроизводства и формирования экономики, которая базируется на интеллектуальных ресурсах, информационных технологиях, достижениях науки и техники, производстве высокотехнологичных товаров услуг

Одной из актуальных проблем современного этапа развития является построение общества, в котором существуют благоприятные условия для создания и реализации инноваций. Решение этой проблемы требует научного анализа состояния и перспектив развития инновационной деятельности в странах мира, а также обоснование влияния инноваций на экономическое и социальное развитие общества.

Экономическая наука и хозяйственный опыт свидетельствуют, что инновации являются основой развития стран мира. Однако ученые так и не сформировали единого подхода к пониманию сущности инноваций.

Впервые употребил понятие инновации Йозеф Шумпетер. Согласно подходу Й. Шумпетера, инновацией может считаться новый взгляд на какой-то известный процесс, успешное применение нового изобретения или открытия в экономике и других сферах человеческой деятельности. Б. Твисс определяет инновацию как процесс, в котором изобретение или идея приобретает экономическое содержание [2, с. 37]. По мнению Б. Санто, инновация – это такой общественный технико-экономический процесс, который через практическое использование идей и изобретений приводит к созданию лучших за своими свойствами изделий, технологий, и, в случае, если инновация ориентирована на экономическую пользу, прибыль, ее появление на рынке может принести дополнительный доход [1, с. 17]. Результаты анализа трактовок сущности категории «инновации» современными учеными позволяют прийти к выводу, что часть экономистов определяют инновации как конечный результат деятельности, направленной на упрощение производственных процессов и снижение трудоемкости человеческого труда.

Вследствие инноваций повышается производительность труда, поскольку новые технологии позволяют производить значительно большее количество товаров и предоставлять услуги в более короткий промежуток времени.

По уровню глобального инновационного индекса, который рассчитывает Всемирная организация интеллектуальной собственности, к топ 10 инновационных стран мира относятся Швейцария (65,5), Швеция (63,1), США (61,3), Великобритания (59,8), Южная Корея (59,3), Нидерланды (58,6), Финляндия (58,4), Сингапур (57,8), Дания (57,3) и Германия (57,3). В течение пяти лет позиции России стабильны и варьируют в интервале 45-47-го места. В 2021 году Россия заняла 45-е место среди 132 стран.

Среди основных сфер инновационного развития стран мира – развитие образования и науки, технологическое развитие производства, НИОКР, инновации в сфере услуг, новации в сфере информационных и коммуникационных технологий, цифровизация услуг государственных учреждений, инновационное развитие инфраструктуры.

На современном этапе развития в развитых странах 80-90% прироста ВВП достигается именно за счет инновационных технологических процессов, которые внедряются во всех сферах человеческой деятельности [4]. Основой инновационной деятельности являются расходы стран на научные исследования и разработки, доля которых обуславливает объемы высокотехнологичного экспорта страны и ее место в рейтинге конкурентоспособности.

По величине затрат на науку в расчете по паритету покупательной способности национальных валют Россия занимает 10-е место (47.6 млрд долл.), уступая прежнюю, 9-ю позицию Тайваню (47.9 млрд долл.). В десятку лидеров также входят США (720.9 млрд долл.), Китай (582.8 млрд долл.), Япония (174.1 млрд долл.), Германия (143.4 млрд долл.), Республика Корея (112.9 млрд долл.), Франция (74.6 млрд долл.), Индия (58.7 млрд долл.) и Великобритания (56.0 млрд долл.).

По данным Росстата внутренние затраты на исследования и разработки увеличились с 1174,5 млрд. руб. в 2020 году до 1301,5 млрд. руб. в 2021 в действующих ценах (рис. 1).

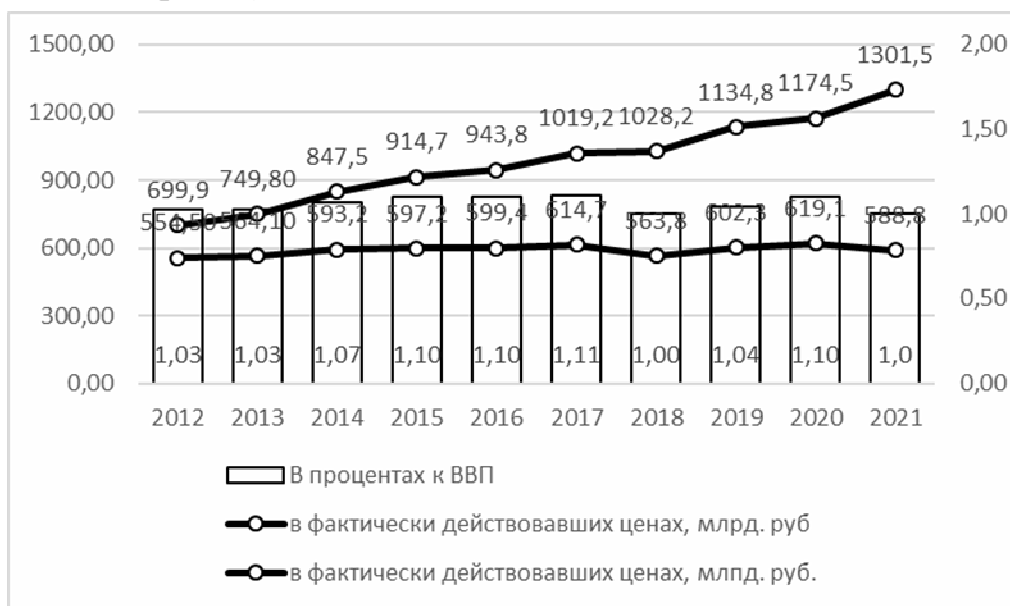


Рис. 1. Динамика внутренних затрат на исследования и разработки в России

Однако при пересчете в постоянные цены отмечается его снижение на 4,9%, что связано с уровнем инфляции в период пандемии.

Анализ тенденций инновационной деятельности в странах мира позволяет прийти к выводу, что новые технологии формируют достаточно значительную часть экспорта развитых стран мира (рисунок 2).

Так, мировыми лидерами в сфере экспорта высоких технологий являются Китай и Южная Корея. В частности, в 2020 г. доля Южной Кореи составила 35,7%, а Китая – 31,3% от общего объема экспорта. Китай специализируется на экспорте высоких технологий в сфере машиностроения, производства оборудования, электротехнической продукции и устройств. Экспорт высоких технологий Германии, напротив, сократился в указанном периоде, что связано с процессом деиндустриализации. Кроме указанных стран, к первой десятке относятся Франция, Япония, Малайзия, Нидерланды и Мексика.

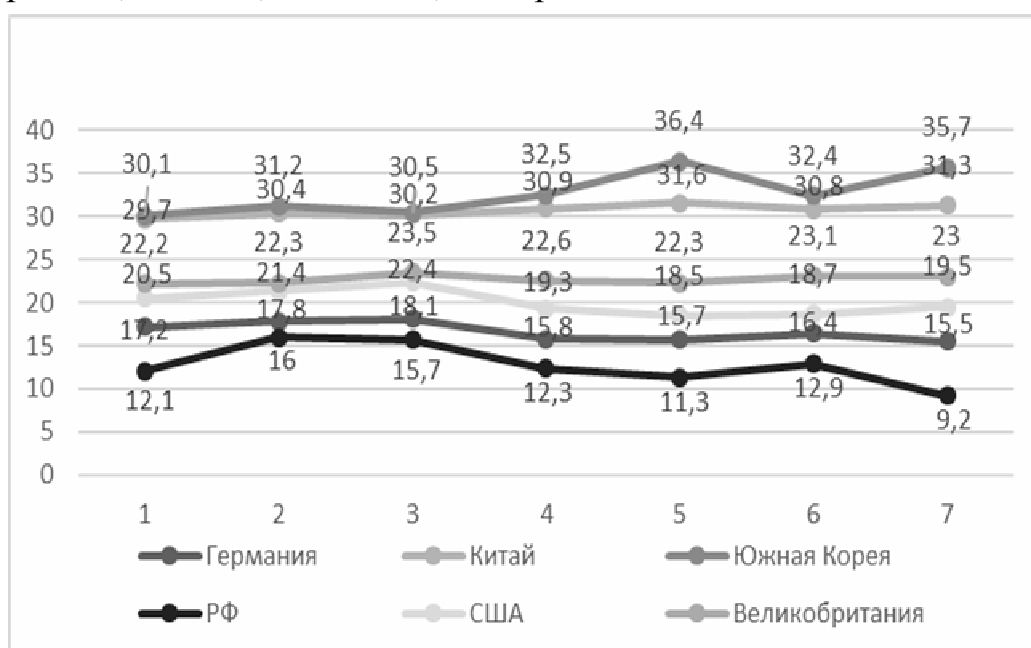


Рис. 2. Доля экспорта высоких технологий в общем объеме экспорта некоторых стран мира в 2014-2020 гг. (%)

Инновации выступают одним из ключевых рычагов социально-экономического развития стран мира, поскольку формируют основы для увеличения ВВП, повышения производительности труда, поддержания их конкурентоспособности, реализации количественно-качественных изменений в производительных силах и производственных отношениях.

Основными инструментами эффективной реализации инноваций в России может стать: ускоренная подготовка высококвалифицированных специалистов для развития новых видов и сфер экономической деятельности; увеличение расходов бюджета на образование и науку; государственная поддержка инвестиций бизнес-сектора в инновации на основе принятия законодательных актов, которые стимулировали бы инновационную деятельность субъектов хозяйствования, обеспечивали минимальное вмешательство в их деятельность и формировали благоприятный инвестиционный климат в России.



### **Список литературы**

- [1] Санто Б. Инновации как средство экономического развития [Текст] : пер. с венг. / под ред. В.В. Сазонова. – М.: Прогресс, 2005. – 296 с.
- [2] Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями [Текст] : сокр. пер. с англ. / Б. Твисс. – М.: Экономика, 1989. – 271 с.
- [3] Ваганова Оксана Валерьевна Интенсификация инновационной деятельности: методологический аспект // Среднерусский вестник общественных наук. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intensifikatsiya-innovatsionnoy-deyatelnosti-metodologicheskiy-aspekt> (дата обращения: 17.11.2022).
- [4] Чулок Александр Александрович Показатели эффективности инноваций на макроуровне: основные тенденции и результаты расчета инновационного индекса // Инновации. 2006. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-effektivnosti-innovatsiy-na-makrourovne-osnovnye-tendentsii-i-rezultaty-rascheta-innovatsionnogo-indeksa> (дата обращения: 26.11.2022).
- [5] Официальный сайт федеральной службы государственной статистики // URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/154849?print=1> (дата обращения: 17.11.2022).

**Воробьева Вероника Евгеньевна** – студент МК8-62Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: vorobevave@student.bmstu.ru

**Степанова Карина Алексеевна** – студент МК8-62Б КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: stepanovaka@student.bmstu.ru

**Квашина Вера Владимировна** – старший преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kvashina@bmstu.ru

## **СЕКЦИЯ 17.**

# **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

Д.С. Мазин, Д.Ю. Зубарев, Н.М. Пятов  
Е.А. Заверткин, В.С. Шувалов, М.А. Кондрашов

## **ПИРОЛИЗ КАК ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЛОПАСТЕЙ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ИЗ ПВХ**

*Проблема утилизации лопастей современных ветрогенераторов является одним из недостатков этого направления «зеленой» энергетики. В настоящее время практически отсутствуют направления ее решения. Возможность частичной переработки лопастей методом пиролиза может рассматриваться как альтернативное направление повышения экологической эффективности применения ветрогенераторов.*

**Ключевые слова:** ветрогенераторы, лопасти, пиролиз, утилизация, переработка

Современные ветрогенераторы, которые также имеют название ветряные турбины, играют одну из ролей в производстве электроэнергии.

В России энергетические зоны ветров, в которых расположенные ветрогенераторы, расположены на побережье и островах Северного Ледовитого океана от Кольского полуострова до Камчатки, в районах Нижней/Средней Волги и Каспийского моря, на побережье Охотского, Баренцева, Балтийского, Черного и Азовского морей. Помимо этого, отдельные ветровые зоны расположены в Карелии, на Алтае, в Туве и на Байкале [2].

Максимальная средняя скорость ветра в этих районах наблюдается в осенне-зимний период, который знаменит наибольшей потребностью в электроэнергии и тепле у потребителей. Около 30% экономического потенциала ветроэнергетики содержится в районе Дальнего Востока, 14% – в Северном экономическом районе, около 16% – в Западной и Восточной Сибири [1].

Ветрогенераторы обладают такими преимуществами как:

1. Низкие выбросы углекислого газа.
2. Отсутствие выбросов, загрязняющих окружающую среду в процессе эксплуатации.
3. Способность ветровых турбин работать в любой точке Земли, не потребляя ископаемых ресурсов.
4. Возможность прогнозирования производства электроэнергии на несколько лет.

Недостатки:

1. Высокая стоимость монтажа установки и её обслуживание.
2. Затраты на доработку линий электропередач и модернизацию существующих энергосистем.
3. Переменная мощность, выдаваемая установками из-за особенностей силы ветра.
4. Нерационально используемая площадь, на которой устанавливаются ветрогенераторы.

5. Проблемы с захоронением и переработкой лопастей ветрогенераторов, отслуживших свой срок эксплуатации.

Рассматривая последний недостаток ветрогенераторов, можно взять за основу данные исследовательской компании Bloomberg New Energy Finance, в которых говорится о том, что до 2025 г. в странах Европы ежегодно будет выводиться из эксплуатации около 4000 лопастей, что является актуальной проблемой утилизации ветрогенераторов [3]. Данная проблема появляется не только из-за транспортировки таких габаритных отходов (высота установки может достигать 110 м, а длина лопастей 40 м и масса 12.5 т), но также из-за специфики состава лопастей установок, которые, в большинстве случаев, состоят из стеклопластика. Помимо стекловолокна большое распространение в создании лопастей ветрогенераторов имеет такой материал, как ПВХ. На сегодняшний день для утилизации таких материалов применяют практически единственный метод утилизации - захоронение. Но для захоронения таких крупных отходов требуются огромные территории, которые принято называть «кладбищем ветрогенераторов»

Проблему переработки и утилизации лопастей можно, частично, решить с помощью переработки лопастей, состоящих из ПВХ материалов, методом пиролиза. В процессе пиролиза лопасти могут рассматриваться в качестве вторичного сырья для получения ценных фракций: жидких и газообразных [4].

Газообразные фракции представляют собой компоненты, по составу напоминающие природный газ. Основная часть в ходе работы пиролизного оборудования преобразуется в жидкую фракцию, а неконденсируемый остаток используется для поддержания горения печи. Получаемая пиролизная жидкость по своему составу близка к природной нефти [5]. При дополнительной переработке сырья полученный продукт способен заменить многие горюче-смазочные материалы, такие как бензин, дизельное топливо, масло и т. д.

### **Заключение**

На основе анализа приведенных выше данных можно сделать вывод о том, что пиролизная жидкость, получаемая в результате переработки лопастей ветрогенераторов, может рассматриваться в качестве аналога для замены природной нефти.

### **Список литературы**

[1]. Нестерова, Н. В. Электроэнергетика. Проблемы и перспективы / Н. В. Нестерова, Л. С. Острова // Молодежный аграрный форум – 2018 : мат. Международной студ. науч. конф. – Майский : Белгородский ГАУ им. В. Я. Горина, 2018. – С. 280.

[2]. Нестерова, Н. В. Применение ветрогенераторов / Н. В. Нестерова, А. С. Галеженко // Мат. Международной студ. науч. конф. – Майский : Белгородский ГАУ им. В. Я. Горина, 2017. – 178 с.

[3]. Пахомов Михаил Андреевич Современный опыт энергосбережения зарубежных стран // Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral". 2019. №1. - С. 153-160.

[4]. Петровский Э. А., Коленчуков О. А., Смирнов Н. А. Технологическая реакторная линия для повышения эффективности пиролиза нефтесодержащих отходов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2021 – №. 4 – С. 16-20.

[5]. Ульянов В.В., Кошелев М.М., Харчук С.Е., Гулевский В.А., Тимочкин А.В. Исследование закономерностей пиролиза твердых органических полимеров при их нагреве расплавом металла. // Нефтехимия. 2018. – Т. 58. –№ 1. – С. 73.

**Мазин Дмитрий Сергеевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mazin03092001@yandex.ru

**Пятов Никита Михайлович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: b.sometimes1337@yandex.ru

**Зубарев Даниил Юрьевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: zubarev.daniil.1337@yandex.ru

**Шувалов Владислав Сергеевич** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: f0cuZ@mail.ru

**Заверткин Евгений Александрович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: zavertkin8910@gmail.com

**Кондрашов Максим Александрович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: maksimkonrasov5338@gmail.com

**Научный руководитель: Кусачева С.А.** – к.б.н., зав. кафедрой МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, E-mail: kusachevasa@bmstu.ru

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МИКРООРГАНИЗМАМИ В МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

*В настоящее время исследование электрогенных свойств микроорганизмов вызывает существенный интерес. Проведен ряд работ по изучению электрогенного потенциала активного ила природных водоемов. Выбран и апробирован на полученном экспериментальном материале наиболее показательный критерий оценки электрогенной активности илов – электрическая мощность. По результатам исследования построены математические модели.*

**Ключевые слова:** *микробные топливные элементы, мощность, программы, моделирование, электрогенные свойства*

К настоящему времени накоплен довольно большой объем теоретических сведений и экспериментального материала в направлении исследования микробных топливных элементов (МТЭЛ) и возможностей их применения. В ранее опубликованных работах рассматриваются перспективы их использования в АПК, ЖКХ, пищевой и перерабатывающей промышленности, а также в условиях космоса [6-8]. Исследована сезонная динамика активного ила из разных природных источников и ила очистных сооружений г. Калуги. При выполнении НИР особую актуальность приобретает вопрос интерпретации и представления результатов в лаконичной и информативной форме. Наиболее удачным решением данного вопроса является их представление в виде математических моделей. По результатам исследования построены математические модели, отображающие динамику мощности МТЭЛ, работающих на активном иле природных водоемов. В качестве примера приведены модели динамики мощности МТЭЛ, работающего на активном иле для сероводородного озера г. Калуги (рис. 1 - 3).

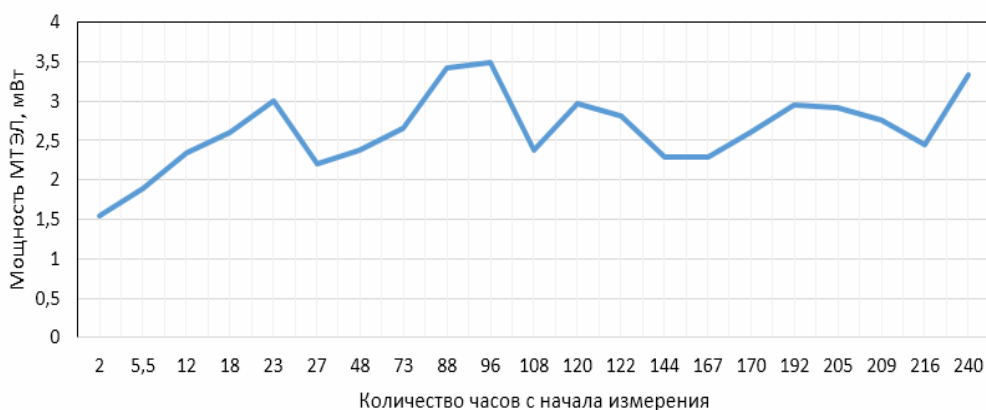


Рис. 1. Модель динамики мощности МТЭЛ, работающего на активном иле сероводородного озера, лето

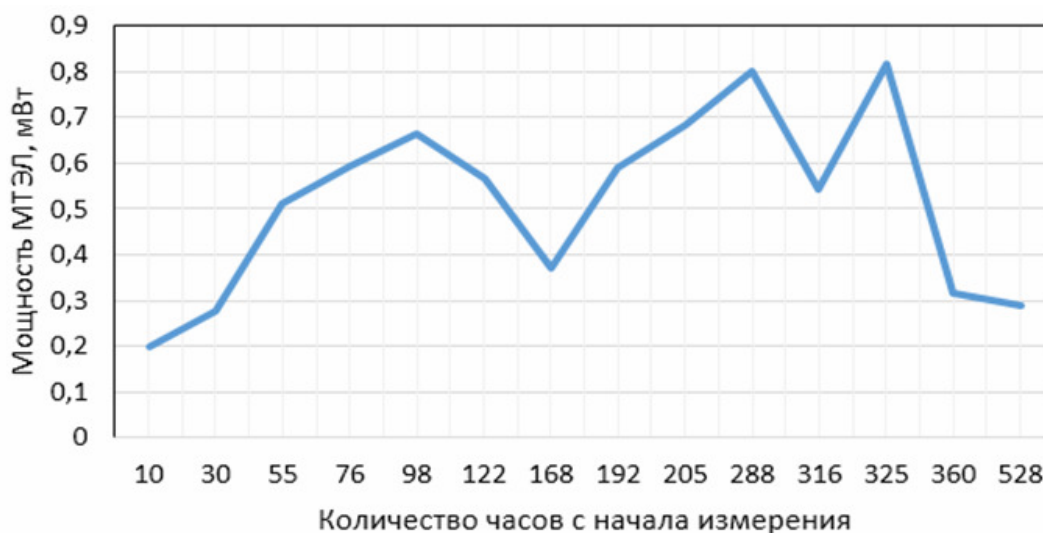


Рис. 2. Динамика мощности МТЭЛ, работающего активном иле сероводородного озера в осенний период

Подобные модели построены для демонстрации динамики мощности МТЭЛ, использующих активный ил ряда природных водоемов.

Работа выполнена при поддержке гранта ФГБУ «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (Фонд содействия инновациям) № 17692ГУ/2022

### Заключение

В настоящий момент для наглядного и информативного представления результатов научных исследований широкое распространение получают математические модели. Построены модели динамики мощности МТЭЛ, использующего активный ил сероводородных озер г. Калуги.

### Список литературы

[1]. Lin H., Cheng S.L., Logan B.E. Power generation in fedbatch microbial fuel cells as function of ionic strength, temperature and reactor configuration // Environ. Sci. Technol. 2005. V. 39. P.5488-5493.

[2]. Тюрин-Кузьмин А.Ю., Смирнов И.А. Перспективы применения микробных топливных элементов в исследовании космоса // XVI конф. по косм. биологии и медицине. М., 2016. С. 237-238.

[3]. Biological conversion of hydrogen to electricity for energy storage. Dimitre Karamanev, Victor Pupkevich, Kalin Penev, Vassili Glibin, Jay Gohil, Vahid Vajihinejad. Energy 129 (2017) 237 – 245.

[4]. Дебабов В.Г. Производство электричества микроорганизмами // Микробиология. 2008. Т. 77. № 2. С. 149–157.

[5]. Стом Д.И., Жданова Г.О., Саксонов М.Н., Барбора Л., Се Б., Горбунова Ю.О., Фиалков В.А., Купчинский А.Б., Бешков В. Возможность оценки работоспособности активного ила очистных сооружений с помощью био-топливных элементов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9, N 3. С. 477–488.

[6]. Кусачева С.А, Анфилов К.Л., Егоров Н.С., Сафронова М.Е., Са-щенко И.И., Пестов К.В. Исследование направлений повышения произво-дительности микробных топливных элементов. Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУКА И ИННО-ВАЦИИ – СОВРЕМЕН-НЫЕ КОНЦЕПЦИИ. М.: Изд. Инфинити, 2021. - с. 125 – 131

[7]. Сафронова М.Е. РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО МИК-РОБНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ. Научно-емкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы Всероссийской научно-технической конферен-ции, 15–17 ноября 2022 г. Т. 2. – Калуга. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баума-на, 2022 С. 394 – 396

[8]. В.К. Ильин, М.Е. Сафронова, С.А. Кусачева. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕР-СПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОСМОСЕ. Научно-емкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы Всероссийской научно-технической конференции, 15–17 ноября 2022 г. Т. 2. – Калуга. Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022 С. 385 – 386

**Сафронова Мария Евгеньевна** – аспирант, м.н.с. ФГУН ГНЦ РФ -ИМБП РАН. E-mail: svetlaya.dom@mail.ru



## ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ БИОТОПЛИВ ПРИ ИХ ВЫПУСКЕ В ОБРАЩЕНИЕ

*Росстандарт проводит работы по оценке соответствия документов национальной системы стандартизации современному уровню научно-технического развития, а также их актуализации или их отмене с учетом результата таких работ. В сфере технического регулирования обращения биодизельного топлива выявлены проблемы обеспечения технической и информационной совместимости продукции.*

**Ключевые слова:** законодательная стандартизации, возобновляемые источники энергии, биодизельное топливо

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) осуществляет деятельность в области технического регулирования в соответствии с разделом II «Полномочия» Положения о Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (утв. Постановлением Правительства РФ от 17.06.2004 г. № 294 «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии» [1].

К его ведению относятся, в том числе, проведение работ по стандартизации в национальной системе стандартизации, международной стандартизации и региональной стандартизации, а также по межгосударственной стандартизации, разработка документов национальной системы стандартизации, формирование, ведение и опубликование перечня национальных стандартов и информационно-технических справочников, ссылки на которые содержатся в нормативных правовых актах, а также проведение работ по оценке соответствия документов национальной системы стандартизации современному уровню научно-технического развития, а также работ по внесению в них изменений (актуализации) или их отмене с учетом результата таких работ

Определяющими целями стандартизации в сфере энергетики на основе использования альтернативной энергетики из возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) согласно ГОСТ Р 54100-2019 «Энергетика на основе использования возобновляемых источников энергии. Основные положения по стандартизации» [2] в общем случае является создание нормативной основы для проведения государственной технической политики, направленной на развитие и использование в полной мере ресурсов ВИЭ.

Одними из целей стандартизации в сфере энергетики на основе использования ВИЭ определены в частности:

– обеспечение технической и информационной совместимости продукции (работ, услуг), процессов и т. п. в сфере энергетики на основе использования ВИЭ, а также совместимости указанной продукции (работ, услуг), процессов и т. п. с продукцией (работами, услугами), процессами и т. п. в других отраслях экономики;

– обеспечение сопоставимости результатов исследований, испытаний и измерений, характеристик и данных о продукции (работах, услугах), других технических и экономических данных в сфере энергетики на основе использования ВИЭ;

– обеспечение требуемого уровня унификации и типизации продукции в сфере энергетики на основе использования ВИЭ;

– снижение неоправданных технических барьеров в торговле в сфере использования ВИЭ в энергетике.

Обширный перечень целей и задач деятельности при применении данного стандарта оказывается недостаточным для организации деятельности предприятий агропромышленного комплекса по уровню развития биотехнологических процессов на настоящее время [3].

В нормативных ссылках вышеуказанного стандарта применен ГОСТ Р 52808-2007 «Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Термины и определения» [4], который гармонизирован с Распоряжением Европейского парламента и Совета Европейского союза от 08.05.2003 г. № 30 «О мерах по стимулированию использования биологического топлива в транспортном секторе» и таким образом устанавливает только те определения, которые эквивалентны стандартизированным определениям на английском языке, но относится только к области биотоплива, в т.ч. биогаза различных видов, биоэтанол и биодизельное топливо.

В результате произошло образование технического барьера в торговле на примере биодизельного топлива из-за отсутствия надлежащего взаимодействия со смежными техническими комитетами.

С одной стороны разработчики технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» [5] не препятствуют использованию биодизельного топлива в автомобильном транспорте, т.к. согласно п. 2.1. статьи 2 ТР ТС 013/2011 определено, что дизельное топливо – жидкое топливо для использования в двигателях внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия. Таким образом, научно-технический прогресс вытеснил понятие нефтепродукта как продукции, полученной при переработке углеводородсодержащего сырья, с момента прекращения действия Постановления Правительства РФ от 27.02.2008 г. № 118 «Об утверждении технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топчному мазуту» [6].

Из содержания раздела II Перечня стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013/2011 очевидно, что каким-либо специальным образом биодизельное топливо не проверяется. Причины этого могут быть скрыты в технических характеристиках эксплуатируемых колесных транспортных средств (КТС). Данное обстоятельство может затормозить при-

менение биодизельного топлива, т.к. по опыту европейских стран известно о снижении смазывающих свойств исходного топлива при добавлении биодобавок.

В части технического регулирования маркировка продукции в ТР ТС 013/2011 не имеет указаний на биологическое происхождение добавок, либо его полноценном природном происхождении.

С другой стороны, препятствием на пути выпуска в обращение биодизельного топлива является национальный стандарт ГОСТ Р 58927-2020 «Колонки топливораздаточные. Общие технические условия» [7], в котором используется вышедшее из обращения понятие дизельного топлива как нефтепродукта.

Во взаимосвязи с ГОСТ Р 58927-2020, отдельным барьером в выпуске в обращение биодизельного топлива является нормативный документ в отношении защиты прав потребителей, а именно Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 2463 «Об утверждении Правил продажи товаров по договору розничной купли-продажи, перечня товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование потребителя о безвозмездном предоставлении ему товара, обладающего этими же основными потребительскими свойствами, на период ремонта или замены такого товара, и перечня непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих обмену, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [8].

П. 71 Постановления Правительства РФ № 2463 предусмотрено, что при осуществлении розничной торговли на автозаправочных станциях (далее – АЗС) в качестве жидкого моторного топлива допускается продажа только автомобильного бензина и дизельного топлива (далее - топливо), которое должно соответствовать требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013/2011 «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту», и отпускаться с применением топливораздаточных колонок, соответствующих обязательным требованиям законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений. Реализуемое на автозаправочных станциях топливо должно соответствовать заявленным в документах о качестве (паспорт) и документах об обязательном подтверждении соответствия характеристикам, в том числе марке топлива, и сопровождаться документами о качестве (паспорт), оформленными в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 013/2011.

С позиции контрольно-надзорного органа, уполномоченного на проведение контрольно-надзорных мероприятий, а именно МТУ Росстандарта в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 25.06.2021 г. № 993 «Об утверждении Положения о федеральном государственном контроле (надзоре) за соблюдением требований, установленных техническими регламентами в отношении колесных транспортных средств (шасси) и компонентов транспортных средств (шасси), находящихся в обращении (до начала их эксплуатации), автомобильного бензина, дизельного топлива, судового топлива и мазута, или обязательных требований, подлежащих применению до дня вступления в силу технических регламентов в соответствии с Федеральным законом «О техническом

регулировании», в отношении электрической энергии в электрических сетях общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц» [9] и Постановлением Правительства РФ от 29.06.2021 г. № 1053 «Об утверждении Положения о федеральном государственном метрологическом контроле (надзоре) и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» [10] продажа биодизельного топлива будет расценена как продажа фальсифицированной продукции самыми неприятными последствиями предусмотренными Кодексом Российской Федерации об административном правонарушении.

### **Заключение**

В настоящий момент не обеспечено надлежащей технической и информационной совместимости продукции в сфере энергетики на основе использования ВИЭ, а также её совместимости с процессами её выпуска в обращение. Необходима комплексная систематизация информации о продукции в сфере энергетики на основе использования ВИЭ для внесения соответствующих изменений в национальные стандарты.

### **Список литературы**

[1]. Постановление Правительства РФ от 17.06.2004 г. № 294 «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии» (Собрание законодательства Российской Федерации, N 25, 21.06.2004, ст. 2575)

[2]. Национальный стандарт ГОСТ Р 54100-2019 «Энергетика на основе использования возобновляемых источников энергии. Основные положения по стандартизации» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.11.2019 г. № 1288-ст с 01.06.2020 г.)

[3]. Зажигалкин А.В. Проблемы совершенствования процессов перспективного планирования в национальной системе стандартизации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 5. (57). С. 46-57

[4]. Национальный стандарт ГОСТ Р 52808-2007 «Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Термины и определения» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2007 г. № 424-ст с 01.01.2009 г.)

[5]. Решение Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 826 «О принятии технического регламента Таможенного союза "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» (ТР ТС 013/2011)

[6]. Постановление Правительства РФ от 27.02.2008 г. № 118 «Об утверждении технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» ("Российская газета", N 47, 05.03.2008)

[7]. Национальный стандарт ГОСТ Р 58927-2020 «Колонки топливораздаточные. Общие технические условия» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21.07.2020 г. № 377-ст с 01.10.2020 г.)

[8]. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 2463 «Об утверждении Правил продажи товаров по договору розничной купли-продажи, перечня товаров длительного пользования, на которые не распространяется требование потребителя о безвозмездном предоставлении ему товара, обладающего этими же основными потребительскими свойствами, на период ремонта или замены такого товара, и перечня непродовольственных товаров надлежащего качества, не подлежащих обмену, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (Официальный интернет-портал правовой информации, 09.01.2021)

[9]. Постановление Правительства РФ от 25.06.2021 г. № 993 «Об утверждении Положения о федеральном государственном контроле (надзоре) за соблюдением требований, установленных техническими регламентами в отношении колесных транспортных средств (шасси) и компонентов транспортных средств (шасси), находящихся в обращении (до начала их эксплуатации), автомобильного бензина, дизельного топлива, судового топлива и мазута, или обязательных требований, подлежащих применению до дня вступления в силу технических регламентов в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», в отношении электрической энергии в электрических сетях общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц» (Официальный интернет-портал правовой информации, 29.06.2021)

[10]. Постановлением Правительства РФ от 29.06.2021 г. № 1053 «Об утверждении Положения о федеральном государственном метрологическом контроле (надзоре) и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» (Официальный интернет-портал правовой информации, 29.06.2021)

**Пестов Кирилл Владимирович** – аспирант кафедры МК6 "Колесные машины и прикладная механика" КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, главный государственный инспектор Инспекции по Калужской и Брянской областям ЦМТУ Росстандарта ЦМТУ Росстандарта. E-mail: PestovKirill@yandex.ru

**Научные руководители: Анфилов К.Л.** – заведующий кафедрой ИУК7 «Экология и промышленная безопасность», к.х.н., доцент, E-mail: kanfilov@yandex.ru. **Кусачева С.А.** – к.б.н., зав. кафедрой МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, E-mail: kusachevasa@bmstu.ru

## ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

*В работе рассмотрены наиболее распространенные схемы гибридизации автомобилей. Показаны основные схемы дооснащения двигателей внутреннего сгорания электрическими. Рассмотрены перспективы использования электромобилей.*

**Ключевые слова:** электромобиль, генератор, гибридизация

Многочисленные автопроизводители идут по пути электрификации транспортных средств. Электрифицированное транспортное средство – это любое транспортное средство, движение которого, хотя бы частично, обеспечивается электродвигателем. Экологические требования по выбросам углекислого газа  $\text{CO}_2$  обязывают производителей снижать выбросы от транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания (ДВС), что в случае тяжелых транспортных средств достигается с помощью частичной гибридизации.

По степени использования электрических двигателей гибридизацию автомобилей можно подразделить на несколько уровней:

1). Гибридизация ДВС стартером-генератором. Такие автомобили оснащаются вместо традиционного стартера мощным реверсивным стартер-генератором, который способен запускать двигатель, выключаемый после каждой остановки автомобиля. В условиях использования в городской среде экономия топлива достигает 10%. Однако, автомобиль не может двигаться от генератора, поэтому его нельзя классифицировать как электромобиль в полном смысле. Примером такого использования является автомобиль Citroën, марки C3 и C4, выпускаемые в начале двухтысячных годов.

2). Частичная гибридизация с помощью электродвигателя, приводящего в движение ремень коленчатого вала ДВС, обеспечивающая дополнительный крутящий момент. Такой подход, предотвращает работу ДВС в режиме с низким КПД и позволяет рекуперировать энергию при торможении. Экономия топлива оказывается выше, чем при использовании стартер-генератора. Такие автомобили, в частности производили в компании Mercedes на моделях C200.

3). Полная гибридизация предусматривает как ДВС, так и электродвигатель, мощности которого достаточно для передвижения автомобиля, как минимум в городских условиях или при движении на постоянной скорости. Впервые такая технология была использована в конце 90-х гг. на автомобилях Toyota Prius. С тех пор появилось много новых моделей – как бюджетных, так и дорогих спортивных версий, в которых мощность и крутящий момент электродвигателя добавлялись к мощности ДВС. По мнению некоторых производителей, установка электродвигателей на заднюю ось переднеприводного внедорожника может означать переход на полноприводную схему с меньшими затратами. Аккумулятор заряжается от ДВС и рекуперативного торможения. ДВС используется только в диапазоне эффективной работы.

## **Заключение**

Стоит отметить, что, в некоторых случаях, гибридизация становится для ряда автопроизводителей шагом к полному электромобилю. Анализ авторынка показывает учетверение производства электромобилей каждые 10 лет.

## **Список литературы**

[1]. Хегай Ю. А., Тарасова Н. О., Лукьяненко Е. С. Перспективы развития электромобилей и автомобилей-гибридов // Теория и практика общественного развития. – 2014. – №. 20. – С. 76-78.

[2]. Матюнин М. Н. Отдаленная гибридизация, полиплоидия в эволюции и селекции косточковых растений // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 34. – №. 2. – С. 42-54.

[3]. Давыдов С. К., Амеде Г., Садков К. О. Преимущества и недостатки гибридных автомобилей // Современные электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2019. – С. 235-239.

[4]. Ночевкин Е. О., Сидоров К. М. Реализация высоковольтных систем отопления салона современных электромобилей // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. = Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura. – 2019. – №. 2 (20). – С. 2.

**Луконин М.А.** – студент МТ13-61Б МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: lma20t413@student.bmstu.ru

**Марденгский А.А.** – студент МТ13-61Б МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mardengskiyaa@student.bmstu.ru

**Научный руководитель: Калмыков В.В.** – старший преподаватель МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kalmykovvv@bmstu.ru

## КРАТКИЙ АНАЛИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*Работа представляет собой анализ наиболее распространенных схем получения электроэнергии из возобновляемых источников энергии. Показаны основные достоинства и недостатки схем генерации электричества. Рассмотрены перспективы использования возобновляемых источников энергии.*

**Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, ресурсосберегающие технологии

Одной из важнейших задач энергосбережения является минимизация вреда наносимого окружающей среде. Наиболее эффективное средство уменьшения влияния человека на экологию – это повышение эффективности использования энергии, что и подразумевает энергосберегающие технологии. Современная энергетика базируется в основном на использовании различных видов топлива – газ, уголь, нефть, что оказывает наиболее негативное воздействие на природу. Добыча, переработка, транспортировка, сжигание энергоресурсов для получения электроэнергии и тепла – все это очень пагубно влияет и отражается на экологии планеты. Именно поэтому вопрос разработки и внедрения новых энергосберегающих технологий в функционировании осветительных установок, в теплоснабжении, на транспорте и др., на данный момент является наиболее актуальным для всего мира, и даже для богатой природными ресурсами России. Новые энергосберегающие технологии – это не только очевидные экологические плюсы, это еще и экономическая выгода – значительное уменьшение расходов которые связаны с большими затратами на энергию.

Самые распространённые виды возобновляемых источников энергии – энергия солнца и энергия ветра. Они обладают рядом преимуществ перед традиционными источниками энергии:

1. Отсутствие необходимости добывать сырьё. Достаточно установить оборудование, которое будет преобразовывать энергию из возобновляемых источников в электроэнергию.

2. Экологичность. На данный момент проблема экологии одна из самых важных. При сжигании топлива выделяется огромное количество отходов, крайне негативно влияющих на окружающую среду, чего не происходит при получении энергии с помощью солнца и ветра.

3. Малые габариты. Эта особенность позволяет использовать их в повседневной жизни, например, солнечные батареи можно устанавливать на крыши домов.

Самыми распространёнными методами получения энергии из возобновляемых источников энергии являются:

- Солнечные коллекторы. Они используются для получения тепловой энергии от нагрева материала-теплоносителя солнцем. Применяются в основном для обеспечения горячего водоснабжения и отопления помещений.



- Солнечные батареи. Эти устройства преобразуют энергию света в постоянный электрический ток. Принцип работы основан на фотоэффекте. Солнечные батареи уже широко используются в нашей жизни (от калькуляторов до космических кораблей).

- Солнечный парус. Зеркальная поверхность паруса воспринимает давление света, что приводит к преобразованию энергии света в механическую энергию. Данное приспособление применяется для движения космических аппаратов.

- Ветряные генераторы и турбины. Принцип их действия очень прост: ветер приводит в движение лопасти, вследствие чего вращается внутренний вал генератора, а затем кинетическая энергия вращения вала преобразуется в электроэнергию.

- Приливы и отливы происходят из-за влияния луны. Для получения с помощью них используются приливные электростанции (ПЭС). Их строят на побережьях океанов. Принцип работы заключается в преобразовании кинетической энергии воды в электроэнергию с помощью турбин и генераторов.

- Переработка мусора. Ежедневно люди производят огромное количество мусора, который может послужить источником энергии. Энергия добывается либо при сжигании мусора, либо с помощью бактерий.

### **Заключение**

Таким образом, использование возобновляемых источников энергии очень перспективный вид деятельности, позволяющий получать экологически чистую энергию.

### **Список литературы**

[1]. Омельченко Д. П., Козыренко М. А. Современные проблемы энергосбережения и энергосберегающие технологии //Актуальные вопросы современной науки. – 2015. – С. 56-58.

[2]. Жариков А. А. Энергосбережение и пути оптимизации использования электрической энергии // Научно-образовательный потенциал молодежи в решении актуальных проблем XXI века. – 2019. – №. 13. – С. 154-156.

[3]. Олешкевич М. М. Нетрадиционные источники энергии. – 2016.

**Луконин М.А.** – студент МТ13-61Б МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: lma20t413@student.bmstu.ru

**Марденгский А.А.** – студент МТ13-61Б МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mardengskiyaa@student.bmstu.ru

**Научный руководитель: Калмыков В.В.** – старший преподаватель МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kalmykovvv@bmstu.ru

## ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*В работе обозначены основные факторы необходимости поиска альтернативных источников энергии. Приведен анализ энергопотребления в некоторых странах. Рассмотрены перспективы использования возобновляемых источников энергии и связанные с этим затраты.*

**Ключевые слова:** Солнечная энергетика, возобновляемые источники энергии, энергопотребление

Возрастающая потребность в освоении новых источников энергии на данный момент делает эту задачу актуальной. Актуальность обусловлена рядом факторов: активно растущим потреблением традиционных видов топлива (нефть, газ, уголь и т.п.), увеличением объема производства, активным ростом населения, повышением требований к уровню жизни, и как следствие ухудшением экологической обстановки.

Среднее потребление электроэнергии в мире составляет около 3118 кВт/ч на человека в год. При этом в разных странах этот показатель отличается [1]:

- Норвегия – 28543 кВт/ч,
- Канада – 17747 кВт/ч,
- Швеция 15158 кВт/ч,
- США – 13085 кВт/ч,
- Западная Европа – 6160 кВт/ч,
- Россия – 4700 кВт/ч.
- Белоруссия – 3172 кВт/ч
- Танзания – 86,6 кВт/ч,
- Эфиопия – 41 кВт/ч).

При этом значительный скачок в потреблении ресурсов неблагоприятно сказывается на экологической обстановке в мире. Важной задачей стало сохранение ресурсов и замена традиционных видов на возобновляемые (нетрадиционные). К возобновляемым источникам относят источники энергии солнца, гидроэнергия и т.п. Запасы этих видов энергии неистощимы [2].

Проблемой перехода от традиционных источников энергии к нетрадиционным является стоимость оборудования, для ветроэнергетики – 1500–2 000 долл. за 1 кВт установленной мощности, для солнечной энергетике – до 1800–3900 долл./кВт, для небольших гидроэлектростанций до 7000 долл. и более, для океанических тепловых электростанций – 40000 долларов [2]. Выходная мощность не стабильна и зависит от местных условий применения.

Солнечная энергия излучается в результате термоядерной реакции. За счет своих колоссальных размеров и массы солнце является самым эффективным источником нетрадиционной энергии на данный момент. Солнечная постоянная плотность потока излучения, падающего на перпендикулярную площадку, расположенную вне атмосферы имеет значение  $1353 \text{ Вт/м}^2$ . В связи с постепенным

затуханием Солнца солнечная постоянная уменьшается ежегодно на 0.041% [3]. Проходя сквозь атмосферу излучение ослабевает и на поверхности земли солнечная постоянная не превышает 1000 Вт/м<sup>2</sup>. Излучение солнца имеет различный характер, полезную для сохранения и преобразования энергии имеют прямые лучи, при этом диффузионное излучение не поддается концентрации и упорядочиванию [3].

Из нескольких способов преобразования солнечной энергии наиболее эффективным является фотоэлектрический. Преобразование энергии происходит за счет полупроводников. В веществе входящих в состав полупроводников при попадании в зону облучения происходит освобождение электронов, которые сообщают полученную в момент освобождения энергии соседним электронам и тем самым в полупроводнике происходит возникновение электроэнергии, которая аккумулируется и в дальнейшем используется человеком. Наибольшее распространение получили кремниевые полупроводники.

### **Заключение**

Изучение и освоение альтернативных источников энергии, их внедрение является актуальной задачей и способна закрыть собой множество возникающих проблем с потреблением энергетических ресурсов, однако оборудование имеет высокую стоимость, а сами источники зависят от неуправляемых человеком факторов, которые осложняют массовый переход на альтернативные виды топлива.

### **Список литературы**

[1]. Никитенко, Г. В., Е. В. Коноплев. "Направления и перспективы использования нетрадиционных источников энергии." Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве. 2009.

[2]. Бубенчиков, А. А., et al. "Солнечная энергия как источник электрической энергии." Международный научно-исследовательский журнал 5-3 (47) (2016): 59-62.

[3]. Щукин, В. В., and Ю. З. Богданова. "О возможности применения солнечной энергии." Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. 2017.

**Луконин М.А.** – студент МТ13-61Б МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: lma20t413@student.bmstu.ru

**Марденгский А.А.** – студент МТ13-61Б МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mardengskiyaa@student.bmstu.ru

**Научный руководитель: Калмыков В.В.** – старший преподаватель МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kalmykovvv@bmstu.ru

**СЕКЦИЯ 18.**

**БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
И ТЕХНОЛОГИИ**

## РАЗВИТИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА А В ЯЧЕНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

*В работе представлены результаты годового эксперимента по изучению динамики концентрации хлорофилла а и биомассы фитопланктона в рекреационно-нагруженном водном объекте Калужской области. Актуальность обусловлена всевозрастающей тенденцией к эвтрофированию зарегулированных водных объектов. Диапазон изменения концентраций хлорофилла а варьирует от  $1,48 \pm 0,49$  мкг/л в апреле до  $117,97 \pm 2,47$  мкг/л в сентябре при этом биомасса фитопланктона меняется от  $0,59 \pm 0,07$  до  $47,19 \pm 5,57$  мкг/л. Взаимосвязи концентрации хлорофилла а и других показателей на данный момент не выявлены.*

**Ключевые слова:** биогенные компоненты, биомасса, фитопланктон

Водохранилища, пруды и озера, расположенные в черте города являются популярными зонами отдыха у населения и являются рекреационно-нагруженными водными объектами. В связи с этим актуальной задачей современных исследований является анализ экологического благополучия рекреационно-нагруженных и социально-значимых водных объектов [1]. Поступление в водные объекты большого количества загрязняющих веществ приводит к деградации как отдельных компонентов экосистемы, так и целых групп водоемов [2]. При этом основным фактором воздействия выступают химические компоненты биогенного происхождения, поступающие в водный объект как при санкционированных, так и несанкционированных сбросах, а также биотические компоненты экосистемы водного объекта и прилегающих территорий. Большой вклад биогенных компонентов может приводить к избыточной продуктивности фитопланктона и, как следствие, к эвтрофикации водного объекта.

В связи с этим, целью настоящей работы является исследование динамики концентрации хлорофилла а (*Chl a*) и биомассы фитопланктона в Яченском водохранилище в г. Калуге. Дополнительно для выявления зависимости влияния биогенной нагрузки на первичную продукцию фитопланктонного сообщества были определены основные биогенные компоненты водного объекта: нитраты, фосфаты, аммоний, БПК – как показатель аэробного биохимического окисления органического вещества микроорганизмами, метан – продукта жизнедеятельности живых организмов [1].

В качестве объекта исследования выбрано Яченское водохранилище, расположенное в г. Калуге. Это рукотворный водоем на русле р. Яченки для спортивных и культурно-бытовых целей построенный к Олимпиаде-80. Морфометрические характеристики водохранилища: длина 2,5 км, максимальная ширина – 800 м, максимальная глубина – 7 м. Яченское водохранилище и его набережная, расположенная на левом берегу, являются продолжением ансамбля Государственного музея истории космонавтики имени К.Э. Циолковского. На пра-

вом берегу водохранилища имеется памятник природы федерального значения «Калужский бор». Таким образом выбранный объект является местом аккумуляции как природных, так и антропогенных факторов влияния.

Предметом исследования является изучение динамики изменения биомассы фитопланктона и концентрации хлорофилла *a*.

Содержание хлорофилла *a* является международно-признанным важнейшим показателем эвтрофирования и загрязнения вод. Например, оценка экологического состояния и мониторинг этого показателя в Балтийском море предусмотрены Морской стратегией и Водной Директивой Европейского Союза.

Изучение хлорофилла *a* – удобная процедура для оценки биомассы фитопланктона водных экосистем, которая при достаточном количестве статистических данных позволит прогнозировать эвтрофикацию водных объектов посредством анализа увеличения первичной продукции фитопланктонного сообщества.

При этом стоит отметить, что фитопланктон является важным продуцентом органического вещества и агентом самоочищения, а также показателем экологического состояния экосистемы водохранилища.

На объекте исследования был определен пункт наблюдения – «выпуск» (см. рис. 1).

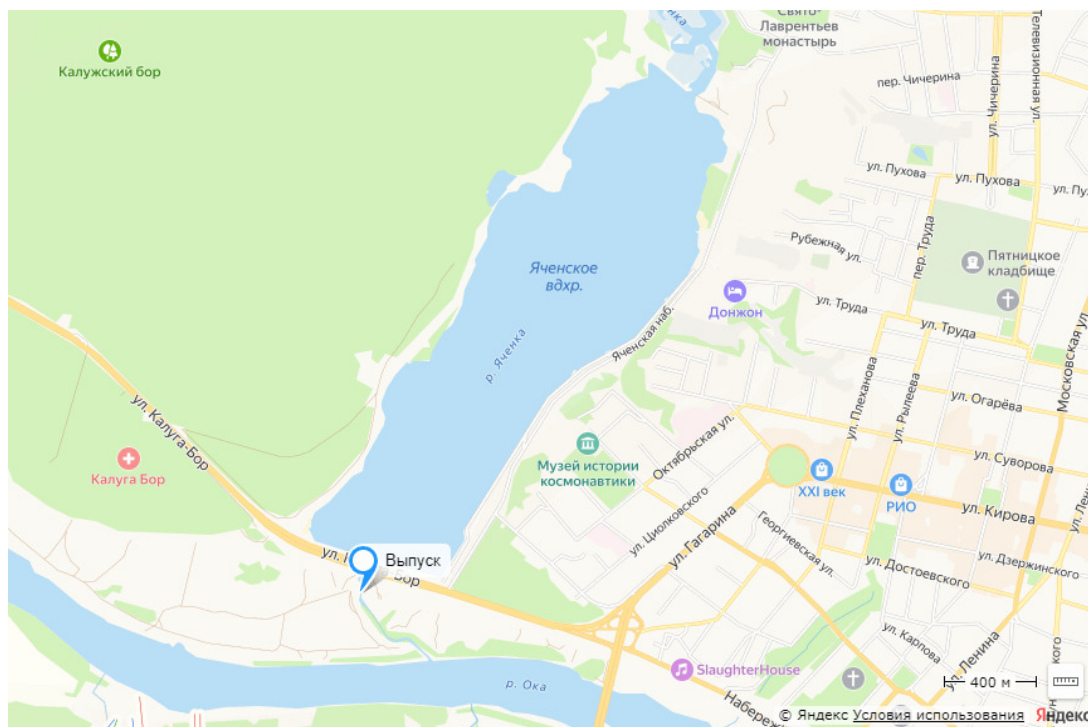


Рис. 1. Пункты наблюдения на объекте исследования

Суммарный годовой сток воды, приходящий в водохранилище в средний по водности год, более чем в 8 раз превосходит объем чаши водохранилища, что позволяет сделать вывод о хорошем водообмене Яченского водохранилища [3]. Поэтому вода отобранная на пункте «выпуск» будет характеризовать комплексное состояние водного объекта.

Для выявления динамики изменения концентрации хлорофилла *a* и биогенных компонентов полевые работы проводились с августа 2021 года по октябрь 2022 года. Лабораторный анализ биогенных компонентов проведен в ак-

кредитованной лаборатории экологических и физико-химических исследований ООО фирма «Экоаналитика» по утвержденным методикам.

Лабораторный анализ концентрации хлорофилла *a* проводили в аккредитованной лаборатории ООО фирма «Экоаналитика» методом спектрофотометрического определения фотосинтетических пигментов водорослей с предварительной их экстракцией этанолом, в соответствии с утвержденной Росгидромет методикой [4].

Анализ полученных результатов и их обработка проведены с применением пакета статистических программ Microsoft Office Excel 2016. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Результаты исследований воды Яченского водохранилища

Дата	Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Аммоний, мг/дм <sup>3</sup>	БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	СН <sub>4</sub> (раств), мм <sup>3</sup> /дм <sup>3</sup>	<i>Cl<sub>a</sub></i> , мкг/л	Сырая масса фито-планктона (Бфс), мкг/л
25.08.2021	<u>0,09±0,01</u>	0,04±0,01	0,10±0,03	6,20±0,87	6,9±1,5	79,97±0,99	31,99±3,83
30.09.2021	0,28±0,05	0,09±0,02	0,14±0,04	5,66±0,79	16,0±3,5	117,97±2,47	47,19±5,57
16.11.2021	1,43±0,26	0,08±0,01	0,17±0,03	3,88±0,54	<u>6,36±1,43</u>	16,29±0,49	6,52±0,79
23.12.2021	2,97±0,53	0,12±0,02	0,49±0,10	4,42±1,15	-	8,56±0,87	3,42±0,42
17.02.2022	6,29±1,38	0,09±0,01	0,57±0,12	<u>2,90±0,41</u>	8,64±1,91	4,28±2,24	1,71±0,22
31.03.2022	6,14±0,74	<u>0,29±0,05</u>	0,17±0,03	<u>6,51±0,91</u>	15,8±3,4	5,43±0,49	2,17±0,27
29.04.2022	<u>7,26±0,87</u>	0,17±0,03	<u>0,59±0,12</u>	4,76±0,67	10,1±2,2	<u>1,48±0,49</u>	<u>0,59±0,07</u>
25.05.2022	1,41±0,25	0,13±0,02	0,21±0,04	4,39±0,61	10,7±2,3	2,96±1,14	1,18±0,14
14.06.2022	0,12±0,02	0,23±0,03	0,22±0,05	3,40±0,48	45,6±9,7	9,4±0,2	3,76±0,45
15.08.2022	0,40±0,07	<u>≤0,05</u>	<u>≤0,10</u>	6,14±0,86	8,5±1,9	23,2±4,3	9,28±1,09
10.10.2022	0,56±0,10	0,09±0,01	0,15±0,03	5,63±0,79	15,4±3,3	4,4±1,0	1,76±0,21
среднее	2,45±0,39	0,12±0,02	0,26±0,06	4,90±0,74	14,40±3,11	24,90±1,33	9,96±1,12

(*min*, *max* – минимальная и максимальная концентрации, выявленные в период эксперимента)

Минимальные значения концентраций для нитратов, фосфатов и аммония характерны в конце летнего периода (август). Наиболее высокое содержание этих компонентов отмечалось весной (март-апрель) в период половодья. Это говорит об обогащении водоема биогенными элементами привнесенными поверхностным стоком. Также следует отметить максимальное значение по БПК<sub>5</sub>, выявленное в период весеннего половодья. Очевидно это связано с аэробным биохимическим окислением органического вещества, поступившим с поверхностным стоком.

Максимальные значения уровня растворенного метана отмечаются в летний период. Тогда как осенний период характеризуется снижением уровня метана. Это может быть результатом снижения деятельности микроорганизмов, так и физических процессов, происходящих в водоеме.

Концентрация хлорофилла *a* варьирует в довольно широких пределах – от  $1,48 \pm 0,49$  мкг/л в апреле до  $117,97 \pm 2,47$  мкг/л в сентябре, что в среднем за весь период составило  $24,90$  мкг/л. При этом сырая масса фитопланктона меняется от  $0,59 \pm 0,07$  до  $47,19 \pm 5,57$  мкг/л.

### **Заключение**

За исследуемый период для всего массива данных не было выявлено четкой зависимости хлорофилла *a* от других показателей.

Дальнейшее изучение динамики изменения концентрации хлорофилла *a*, основных биогенных компонентов и метана позволит выявить основные периоды повышения биологической продуктивности водного объекта.

### **Список литературы**

[1] Иванова В.Е. Изучение динамики изменения концентрации хлорофилла *a* и биогенных элементов в рекреационно – нагруженном водном объекте / В.Е. Иванова, И.О. Кондрашова, Ю.В. Чижова, Р.Р. Шошина, И.Н. Лыков // Геоэкология: теория и практика – 2022: Сборник научных трудов по материалам Всероссийской студенческой конференции с международным участием 18-19 ноября 2022 г. – М.: РУДН, 2022. – С. 270-278.

[2] Ашихмина, Т. Я. Изучение процессов эвтрофикации природных и искусственно созданных водоёмов (литературный обзор) / Т. Я. Ашихмина, Т. И. Кутявина, Е. А. Домнина // Теоретическая и прикладная экология. – 2014. – № 3. – С. 6-13.

[3] Столярский А. В. Состояние и проблемы Яченского водохранилища. Формирование поверхностного стока Яченского водохранилища. // Состояние и охрана окружающей среды в Калуге: сборник материалов. – Калуга: Издательство ООО фирма «Экоаналитика», 2016. - С. 17-19.

[4] РД 52.24.784-2013 Массовая концентрация хлорофилла *a*. Методика измерений спектрофотометрическим методом с экстракцией этанолом.

**Иванова Вероника Евгеньевна** – аспирант КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [zajtseva.vero@yandex.ru](mailto:zajtseva.vero@yandex.ru)

**Лаврентьева Галина Владимировна** – заведующая кафедрой ИУК11 «Биотехнические системы и технологии», д.б.н. КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [lavrentyeva\\_g@list.ru](mailto:lavrentyeva_g@list.ru)

**Шошина Регина Ринатовна** – старший научный сотрудник, Канд. биол. наук ООО фирма "Экоаналитика". E-mail: [rerish@inbox.ru](mailto:rerish@inbox.ru)

**Герасимова Наталия Сергеевна** – доцент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: [sng-2009.gerasimova@yandex.ru](mailto:sng-2009.gerasimova@yandex.ru)



## **СЕКЦИЯ 19.**

### **РЕЗУЛЬТАТЫ НИР УЧАЩИХСЯ ШКОЛ И УЧРЕЖДЕНИЙ СПО**

А.А. Воронин, Т.В. Калмыкова, С.Д. Бархатов, А.А. Артемьева,  
Е.А. Кусачева, А.А. Гогин, С.О. Комонов, А.Д. Баев,  
Я.А. Кишеневский, М.В. Марусий, А.А. Семенов

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА БИОУТИЛИЗАЦИИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ

*В настоящее время проблема утилизации отходов приобретает все большую актуальность. Важное место в ее решении занимает подбор параметров технологического процесса, оказывающих непосредственное влияние на его интенсивность и продолжительность. Исследовано влияние факторов среды на интенсивность процесса микробиологической утилизации пищевых отходов. Экспериментальным путем установлено наличие взаимосвязи между температурой, присутствием добавок и скоростью и эффективностью микробиологической утилизации.*

**Ключевые слова:** микробиологическая утилизация, пищевые отходы, добавки, температурный режим

Микробиологическая утилизация биоразлагаемых отходов получает все более широкое распространение. Она основана на применении микроорганизмов, которые ускоряют процессы биодеструкции. Настоящая работа посвящена исследованию влияния температуры (+37°C) и добавок (сахара, предположительно, являющегося катализатором процесса и соли – предположительного ингибитора).

Были подготовлены следующие образцы (старт 18.03):

- 1 – картофель без добавок, без нагрева
- 2 – картофель+ сахар, без нагрева
- 3- картофель+ соль, без нагрева
- 4 – картофель без добавок, термостат
- 5 – картофель+сахар, термостат
- 6 – картофель+соль, термостат
- 7 – морковь без добавок, термостат
- 8 – морковь+сахар, без нагрева
- 9 – морковь +соль, без нагрева
- 10 – морковь+сахар, термостат
- 11 – морковь+соль, термостат

Образцы измельчались до размера 5х5х5 мм. Во все образцы был добавлен активный ил с очистных сооружений г. Калуги в равном объеме – 50 мл (рис. 1). Количество добавленного сахара и соли также было одинаковым по объему (0,1 мл)

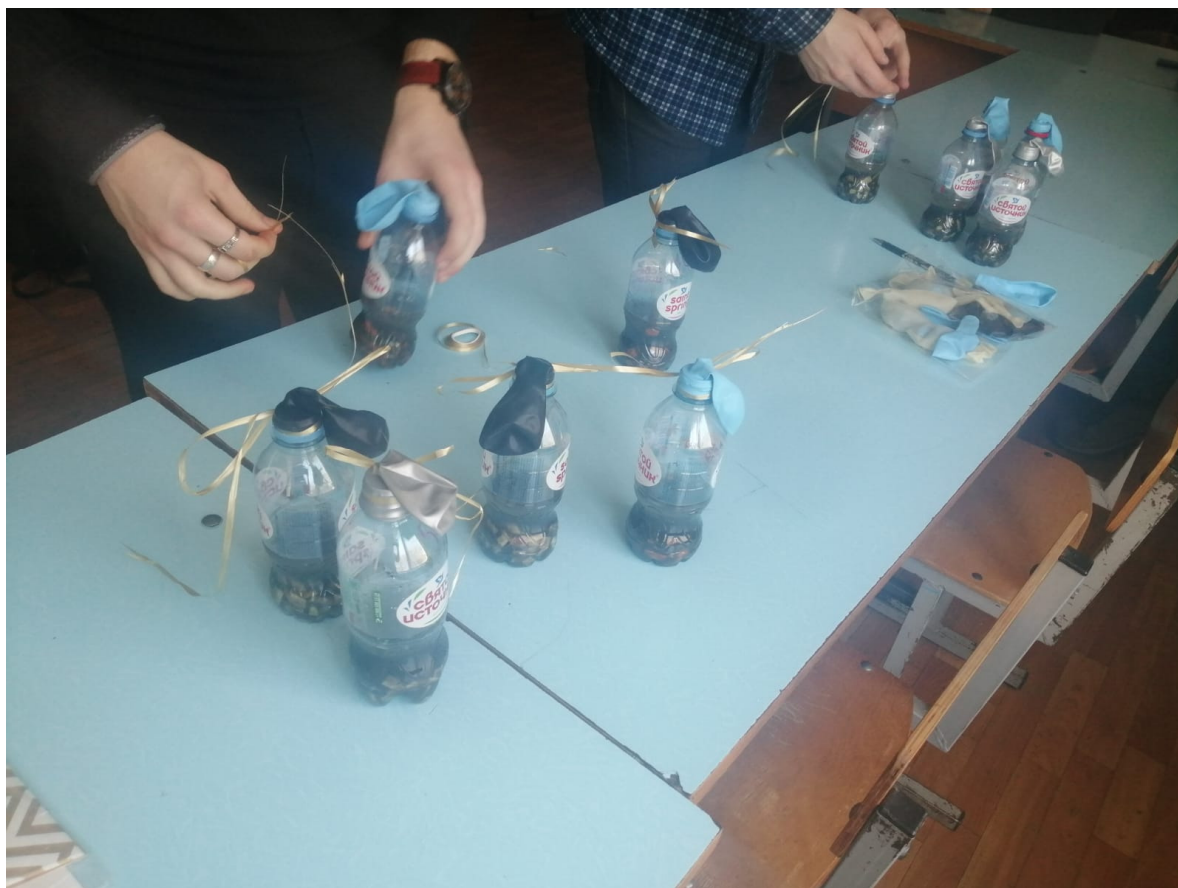


Рис. 1. Постановка эксперимента



а



б

Рис. 2. Ход эксперимента 20.03 (а) и 22.03 (б) (термостат)

В ходе эксперимента получены следующие данные: наиболее интенсивное начало процесса (на 2-е сутки) отмечено в термостате: в образце № 7, а также в образцах 5 и 11. На 4-е сутки отмечено усиление процессов газообразования в образцах 11, 4 и 6. Через 5 суток отмечено более интенсивное разложение картофеля, чем моркови. Газообразование в термостате прекращается. Параллельно идет редукция сухого остатка, причем более интенсивно и быстро этот процесс происходит при нагревании. Однако через 6 недель после начала экспери-

мента редукция сухого остатка происходит и в образцах, не подвергавшихся нагреванию. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Ход эксперимента

№ образца	18.03	20.03	22.03	23.03	30.03	01.4
1	100%				35	10
2	100%				35	20
3	100%				10	5
4	100%		++40	40		
5	100%	50+	50	45		
6	100%		++ 75	60		
7	100%	++	60	60		
8	100%				60	55
9	100%				70	60
10	100%		90	85		
11	100%	+	++70	65		

Цифрами обозначен процент неразложившейся биомассы; знаком «+» отмечено наличие газа в емкости



а



б

Рис. 3. Ход эксперимента 30.03 (а) и 01.04 (б) (без нагрева)

Таким образом, результаты эксперимента показали, что при нагревании процессы биоразложения и газообразования происходят более интенсивно. Картофель разлагается быстрее, чем морковь. Присутствие сахара немного ускоряет процесс, а присутствие соли не замедляет.

### Заключение

При реализации процесса микробиологической утилизации пищевых отходов важное значение имеет правильный выбор параметров технологического

процесса, в первую очередь, температурного режима и добавления веществ, катализирующих химические реакции. Полученные данные могут быть использованы при утилизации больших объемов отходов на сельскохозяйственных предприятиях, пищеблоках и быту.

### **Список литературы**

[1]. Эффективность и проблемы использования биогазовых технологий. Величко В.В., Кундас С.П. // под ред. С.А. Маскевича, С.С. Позняка, Н.А. Лысухо. - Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2016. - 266 с.

[2]. Лыков И.Н., Ильин В.К., Сафронова С.А., Старкова Л.В., Зякун А.М., Лауринвичюс К.С., Волыхина Н.И., Тарасова Е.А. Бактериальная метангенерация и способы ее оптимизации. Авиакосмическая и экологическая медицина. 2008. № 3. Т. 42. С. 50-56.

[3]. Кусачева С.А. Экологический мониторинг: Учебное пособие./ Калуга. КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 173 с.

**Воронин Арсений Антонович** – учащийся ГАПОУ КО «КТК» г. Калуги. E-mail: arsenij.voronin.04@dk.ru

**Калмыкова Татьяна Вадимовна** – ученица 9 класса Православной гимназии г. Калуги. E-mail: sorat-vad@yandex.ru

**Бархатов Степан Дмитриевич** – ученик 9Б класса МБОУ «СОШ № 49» г. Калуги. E-mail: stepanbarkhatov@gmail.com

**Артемьева Алуквандра Артемовна** – ученица 10А класса МБОУ «Лицей № 36» г. Калуги. E-mail: a.a.artemjeva@gmail.com

**Кусачева Елена Александровна** – ученица 4 класса МБОУ № 17 «Начальная школа-д/с» г. Калуги. E-mail: Kusachevasa@bmstu.ru

**Гогин Александр Алексеевич** – ученик 10 класса МКОУ «Кондровская средняя общеобразовательная школа № 1». E-mail: algoal2006@mail.ru

**Комонов Семен Олегович** – ученик 10А класса МБОУ «Лицей № 36» г. Калуги. E-mail: gazwww1998@gmail.com

**Баев Артемий Дмитриевич** – ученик 10А класса МБОУ «СОШ № 13» г. Калуги. E-mail: artemii2007bb@gmail.com

**Кишиневский Ярослав Александрович** – ученик 9 класса Православной гимназии г. Калуги. E-mail: aroslavkisinevskij@gmail.com

**Марусий Михаил Владимирович** – ученик 9 класса Православной гимназии г. Калуги. E-mail: m.mixase@gmsil.com

**Семенов Артем Алексеевич** – ученик 10А класса МБОУ «СОШ № 26» г. Калуги. E-mail: akvinskijfoma496@gmail.com

**Научные руководители: Калмыков В.В.** – старший преподаватель, зам. зав. кафедрой МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: sorat-vad@yandex.ru. **Сафронова М.Е.** – аспирант, м.н.с., ФГБУН ГНЦ РФ – ИМБП РАН. E-mail: Svetlaya.dom@mail.ru

А.А. Воронин, Т.В. Калмыкова, С.Д. Бархатов, А.А. Артемьева,  
Е.А. Кусачева, А.А. Гогин, С.О. Комонов, А.Д. Баев,  
Я.А. Кишеневский, М.В. Марусий, А.А. Семенов

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОГЕННЫХ СВОЙСТВ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. КАЛУГИ

В настоящее время известны результаты исследований в направлении генерации электроэнергии бактериями. Существуют данные о показателях эффективности процесса выработки электричества электрогенными бактериями и их сообществами. Целью настоящей работы являлось изучение электрогенных свойств микроорганизмов активного ила очистных сооружений г. Калуги. Показано, что МТЭЛ, работающий на этом активном иле, в течение длительного времени способен генерировать электрический ток.

**Ключевые слова:** микробные топливные элементы, активный ил, электрогенные бактерии

Работа посвящена исследованию динамики силы тока МТЭЛа, работающего на активном иле очистных сооружений г. Калуги в зимне-весенний период. Результаты представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

### Динамика силы тока

Дата замера	Время от начала эксперимента, часов	Сила тока, мА
18.02	1	0,15
20.02	46	0,58
20.02	48	0,69
21.02	72	0,99
22.02	96	1,41
28.02	216	0,35
03.03	288	0,25
04.03	315	0,23
<b>01.04</b>	<b>1000</b>	<b>0,3-0,6</b>

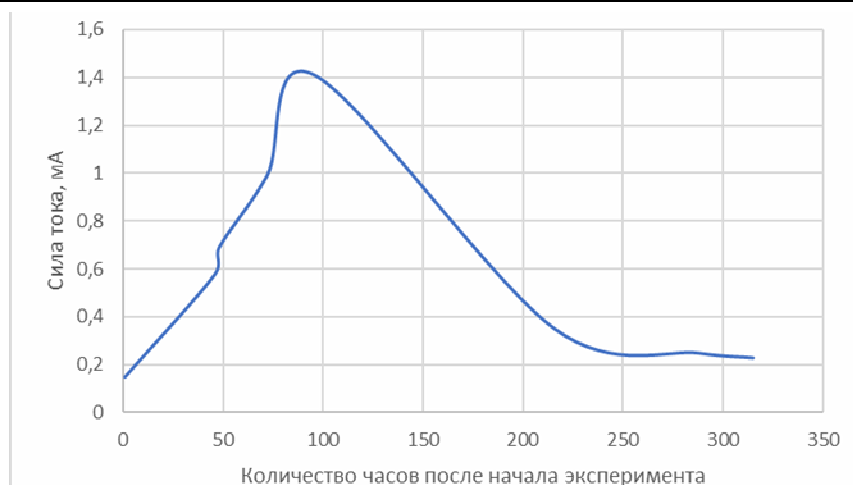


Рис. 1. Динамика силы тока

Согласно нашим данным, сила тока достигает максимума в течении 3-4 суток, затем плавно снижается. Однако через 2 недели после окончания эксперимента она повышается до 0,5 мА, что может свидетельствовать о цикличности данного процесса. Показатель силы тока сохраняется на протяжении 6 недель на достаточно высоком уровне.

### **Заключение**

Полученные данные свидетельствуют о стабильности процесса и возможности широкого применения МТЭЛов. Результаты исследования согласуются с известными литературными данными и подтверждают возможность длительной выработки электроэнергии микроорганизмами.

### **Список литературы**

[1]. Кусачева С.А., Анфилов К.Л., Егоров Н.С., Сафронова М.Е., Са-щенко И.И., Пестов К.В. Исследование направлений повышения производительности микробных топливных элементов. Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУКА И ИННО-ВАЦИИ – СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ. М.: Изд. Инфинити, 2021. - с. 125 – 131

[2]. Лыков И.Н., Ильин В.К., Сафронова С.А., Старкова Л.В., Зякун А.М., Лауринавичюс К.С., Волыхина Н.И., Тарасова Е.А. Бактериальная метангенерация и способы ее оптимизации. Авиакосмическая и экологическая медицина. 2008. № 3. Т. 42. С. 50-56.

[3]. Кусачева С.А. Экологический мониторинг: Учебное пособие./ Калуга. КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 173 с.

**Воронин Арсений Антонович** – учащийся ГАПОУ КО «КТК» г. Калуги. E-mail: arsenij.voronin.04@dk.ru

**Калмыкова Татьяна Вадимовна** – ученица 9 класса Православной гимназии г. Калуги. E-mail: sorat-vad@yandex.ru

**Бархатов Степан Дмитриевич** – ученик 9Б класса МБОУ «СОШ № 49» г. Калуги. E-mail: stepanbarkhatov@gmail.com

**Артемьева Алуквандра Артемовна** – ученица 10А класса МБОУ «Лицей № 36» г. Калуги. E-mail: a.a.artemjeva@gmail.com

**Кусачева Елена Александровна** – ученица 4 класса МБОУ № 17 «Начальная школа-д/с» г. Калуги. E-mail: Kusachevasa@bmstu.ru

**Гогин Александр Алексеевич** – ученик 10 класса МКОУ «Кондровская средняя общеобразовательная школа № 1». E-mail: algoal2006@mail.ru

**Комонов Семен Олегович** – ученик 10А класса МБОУ «Лицей № 36» г. Калуги. E-mail: gazwww1998@gmail.com

**Баев Артемий Дмитриевич** – ученик 10А класса МБОУ «СОШ № 13» г. Калуги. E-mail: artemii2007bb@gmail.com

**Кишиневский Ярослав Александрович** – ученик 9 класса Православной гимназии г. Калуги. E-mail: aroslavkisinevskij@gmail.com

**Марусий Михаил Владимирович** – ученик 9 класса Православной гимназии г. Калуги. E-mail: m.mixase@gmsil.com

**Семенов Артем Алексеевич** – ученик 10А класса МБОУ «СОШ № 26» г. Калуги. E-mail: akvinskijfoma496@gmail.com

**Научные руководители: Калмыков В.В.** – старший преподаватель, зам. зав. кафедрой МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: sorat-vad@yandex.ru. **Сафронова М.Е.** – аспирант, м.н.с., ФГБУН ГНЦ РФ – ИМБП РАН. E-mail: Svetlaya.dom@mail.ru



## РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА ГАЗА БРАУНА ВЫСОКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

*В работе представлена концепция нового безопасного электролизера для получения газа Брауна. Показаны основные структурные элементы электролизера и объяснены причины аварий при получении гремучего газа. Рассмотрены перспективы использования электролизера новой конструкции..*

**Ключевые слова:** электролиз, генератор, реактор, конвейер

Газ Брауна, или гремучий газ – это 2 части газообразного водорода, и одна часть кислорода в определенном объеме. И в одноатомном состоянии (один атом на молекулу), когда водород сгорает, реагируя с кислородом, энергии возвращается в 3,8 раза больше. Поэтому генерация этого газа очень актуальна. Генератор газа Брауна работает на принципе электролиза электролита (раствора калиевой щелочи в воде) [1]. Существующие модели генераторов гремучего газа имеют ряд недостатков:

- газозаполнение;
- взрывоопасность;
- перегрев части компонентов управления при компоновке в малые объёмы.

При разработке предлагаемого генератора, данные недостатки были нейтрализованы.

Сердце всей установки, в котором происходит сам процесс электролиза собрано по схема «Бутерброда» то есть состоит из поочередно сложенных и сжатых пластин и прокладок.

Пластины изготовлены из пластин нержавеющей стали толщиной 1 мм, эскиз которых представлен на рисунке 1.

Прокладки между пластин сделаны из резины толщиной 2 мм, представляют собой кольца с радиусами 40 мм и 45 мм, внешний вид которых показан на рис. 1.

Также в состав реактора входят передняя и задняя пластины из оргстекла которые стягиваются винтами, зажимая весь «Бутерброд». Пластины имеют 10 отверстий по краям для зажимающих винтов, и 2 по центру для штуцеров.

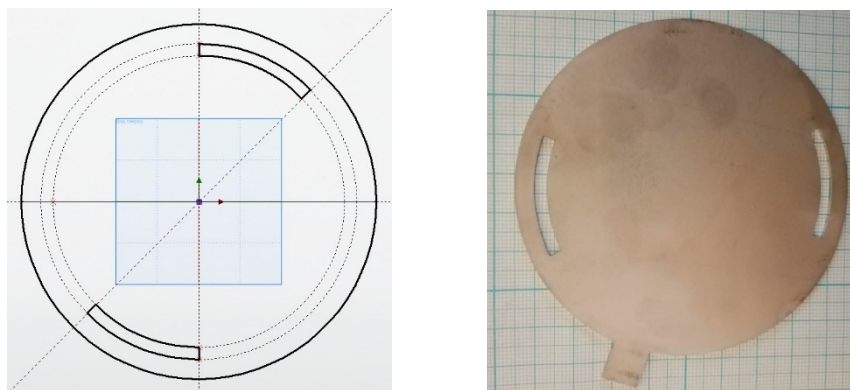


Рис. 1. Пластины генератора, эскиз и внешний вид

Газоводоразделитель (ГВР) работает по принципу отстойника. Когда смесь воды и газа поднимается по трубке, вода уходит по трубке, газ поднимается выше, где на более холодной спирали (по которой идёт хладагент) осаждается водяной пар. Рабочая схема ГВР показана на рис. 2.

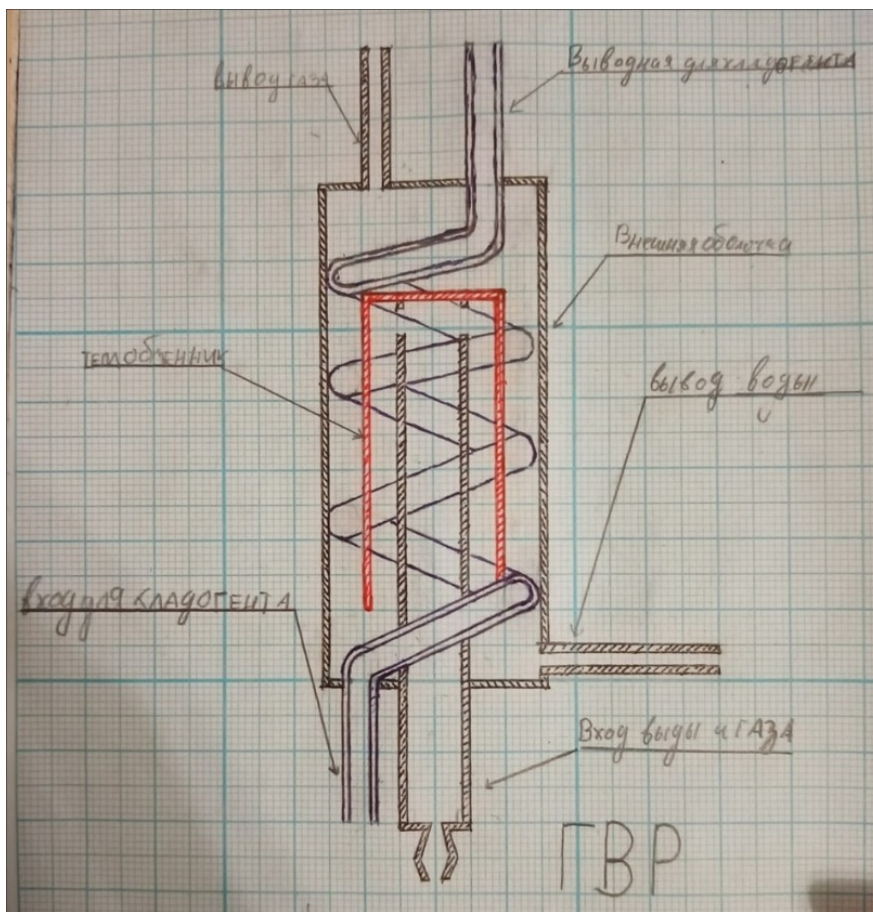


Рис. 2. Рабочая схема ГВР

Блок управления питанием (БУП) состоит из нескольких модулей управления связанных с помощью модуля Arduino. Схема его работы представлена на рис. 3.

Огнепреградительный клапан, компрессор и радиатор были использованы сторонних производителей типовой конфигурации [2-4].



Рис. 3. Схема работы БУП

## **Заключение**

Проект находится на стадии опытного образца. Планируется провести лабораторные испытания. После испытаний и доработки конструкция будет защищена патентом на изобретение и предложена для производителей электролизеров.

## **Список литературы**

[1]. Баренбаум А. А. и др. Способ разложения воды с утилизацией диоксида углерода и выделением водорода. Патент US 4936961 – 2015.

[2]. Ершов В.А. и др. Влияние коэффициентов фильтрации на достоверность прогноза изменения напряжения алюминиевого электролизера // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2010. – №. 5 (45). – С. 184-187.

[3]. Насиров И. З., Рахмонов Х. Н. У. Результаты стендовых испытаний электролизера // Universum: технические науки. – 2022. – №. 3-3 (96). – С. 34-36.

[4]. Федорович И. И., Муравьев А. С. Электролизёр. – 2021.

**Бархатов Степан Дмитриевич** – ученик 9Б класса МБОУ «СОШ № 49» г. Калуги. E-mail: [stepanbarkhatov@gmail.com](mailto:stepanbarkhatov@gmail.com)

**Хилопок С.М.** – инженер-электрик МБОУ №49. E-mail: [barhatovsd@gmail.com](mailto:barhatovsd@gmail.com)

**Научные руководители: Петровичев М.А.** – зав. лабораториями МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [petrovichev\\_ma@bmstu.ru](mailto:petrovichev_ma@bmstu.ru). **Калмыков В.В.** – старший преподаватель МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [kalmykovvv@bmstu.ru](mailto:kalmykovvv@bmstu.ru)

## ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ГРЕМУЧЕГО ГАЗА

*В работе рассмотрена концепция безопасного производства газа Брауна электролитическим методом. Показаны основные структурные элементы химического электролизера. Рассмотрены перспективы использования электролизера новой конструкции. Представлена краткая история создания электролиза.*

**Ключевые слова:** электролиз, генератор, реактор, анод, катод

История создания электролиза своеобразна, поэтому ее понимание раскрывает суть его применения в промышленности.

Электролиз – это физико-химический процесс, открытый Майклом Фарадеем летом 1832 года, изначально предусматривался как эксперимент целью которого было показать: может ли электрический ток оказывать химическое воздействие в растворах [2].

На рис. 1 показана схема процесса электролиза.

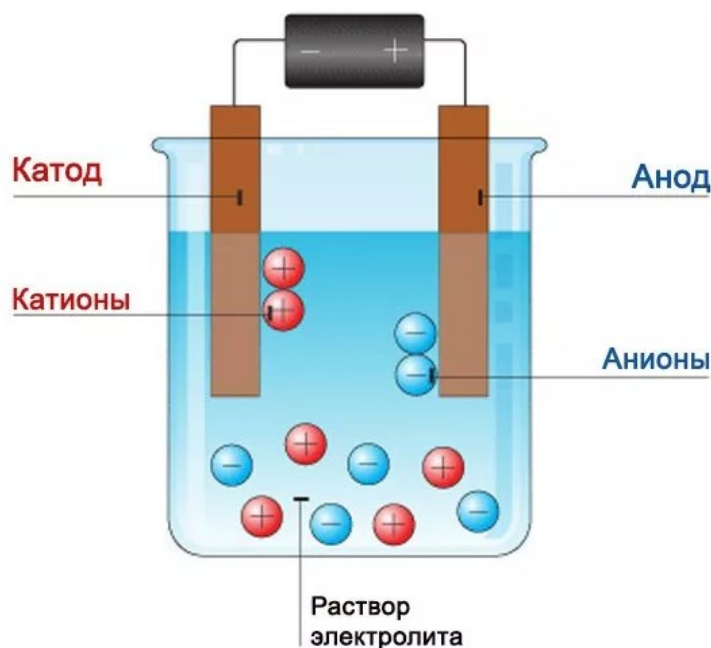


Рис. 1. Схема электролиза

При прохождении тока через электролит, подключенного как на схеме, на аноде выделяются анионы (в таблицы растворимости веществ располагаются вертикально) и на катоде выделяются катионы (расположены горизонтально) [1].

Так как анионы более химически активны их производят из более химически стойких материалов. В дальнейшем будет рассмотрен электролиз 10% раствора калийной щелочи в воде ( $\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$ ). Основными методами использования электролиза являются:

1). Получение щелочных и щелочно-земельных металлов из расплава их оксидов гидроксидов и карбонатов.

2). Промышленное получение Алюминия и Меди.

3). Химические источники тока.

В процессе получения газа Брауна или гремучего газа при электролизе воды если не разделять камеры анода и катода получится смесь атомарного кислорода и водорода [3]. Это и есть газ Брауна, который обладает следующими свойствами:

- t-горения составляет 2235 °С;
- из 1 литра воды мы получаем 1866,6 литра газа Брауна;
- обладает теплотворной способностью на единицу массы 121 МДж/кг (к сравнению бензин имеет 33.5 МДж/кг).

При всем многообразии электролитических генераторов, на взгляд авторов наиболее безопасной является разработанный ими вариант. Схема его работы показана на рис. 2.

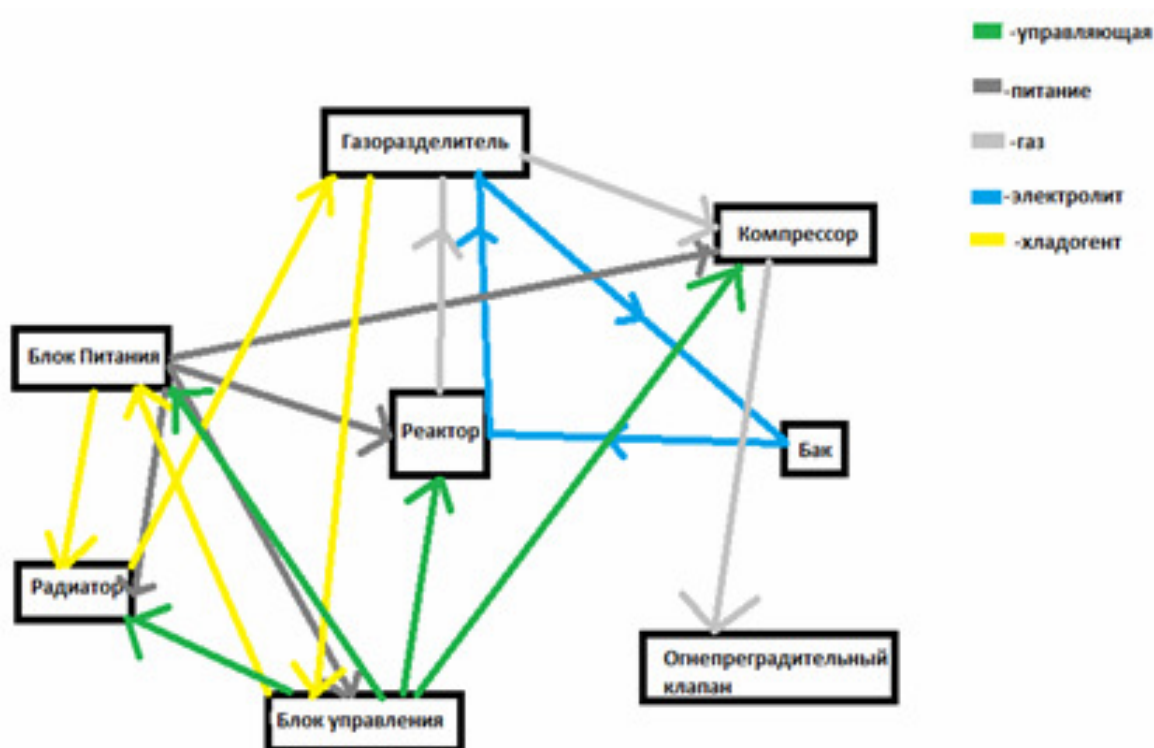


Рис. 2. Схема работы разрабатываемого генератора

### Заключение

Особенностью конструкции генератора является его специальный компрессор, который предназначен для прокачки смеси газа и воды, в том числе предотвращающий опасное газонаполнение.

### Список литературы

[1]. Баренбаум А. А. и др. Способ разложения воды с утилизацией диоксида углерода и выделением водорода. Патент US 4936961 – 2015.

[2]. Ершов В. А. и др. Влияние коэффициентов фильтрации на достоверность прогноза изменения напряжения алюминиевого электролизера // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2010. – №. 5 (45). – С. 184-187.

[3]. Федорович И. И., Муравьев А. С. Электролизёр. – 2021.

**Бархатов Степан Дмитриевич** – ученик 9Б класса МБОУ «СОШ № 49» г. Калуги. E-mail: [stepanbarkhatov@gmail.com](mailto:stepanbarkhatov@gmail.com)

**Хилопок С.М.** – инженер-электрик МБОУ №49. E-mail: [barhatovsd@gmail.com](mailto:barhatovsd@gmail.com)

**Научные руководители: Петровичев М.А.** – зав. лабораториями МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [petrovichev\\_ma@bmstu.ru](mailto:petrovichev_ma@bmstu.ru). **Калмыков В.В.** – старший преподаватель МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [kalmykovvv@bmstu.ru](mailto:kalmykovvv@bmstu.ru)

### **СПОСОБЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ**

**Лескова Екатерина Николаевна<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Учащийся МБОУ СОШ 37 МБОУ СОШ 37  
e-mail: [ELeskova20@yandex.ru](mailto:ELeskova20@yandex.ru)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. БЕЛОКУРИХИ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СНЕЖНОГО ПОКРОВА

*Загрязнение атмосферы Земли происходит, когда в воздух попадают вредные вещества, включая газы, частицы и биологические молекулы. Это может оказать негативное воздействие на живые организмы и нанести вред экосистеме планеты в целом. Снег - это индикатор чистоты воздуха. Исследуя снег, мы можем наглядно проследить уровень загрязнения атмосферы. Данная тема заинтересовала нас, так как она тесно связывает здоровье населения и состояние окружающей среды. Она особенно актуальна для нашего города – курорта Федерального значения.*

**Ключевые слова:** снег, индикатор, качество окружающей среды

Цель работы: исследование уровня загрязненности воздуха на территории города Белокурихи методом химического анализа снега.

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить научную литературу
2. Овладеть методикой химического анализа
3. Провести химический анализ исследуемых образцов
4. Проанализировать степень загрязнённости атмосферного воздуха в городе Белокуриха.

Атмосферный воздух является самой важной жизнеобеспечивающей природной средой и представляет собой смесь газов и аэрозолей приземного слоя атмосферы, сложившуюся в ходе эволюции Земли, деятельности человека и находящуюся за пределами живых, производственных и иных помещений. Загрязнение — атмосферы- это изменение ее состава при поступлении примесей естественного или антропогенного происхождения. Данные ВОЗ показывают, что почти все населения мира (99%) дышит воздухом, уровня загрязненности которого превышает рекомендуемые ВОЗ предельные значения и который содержит высокие уровни загрязняющих веществ таких как:

- Окись углерода (CO)
- Озон (O<sub>3</sub>)
- Ион железа (Fe<sup>3+</sup> )
- Ион свинца (Pb<sup>2+</sup>)
- Ион меди (Cu<sup>2+</sup>)
- Сульфат иона (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Для исследования загрязнённости атмосферного воздуха, были взяты 4 образца талой воды с разных мест, которые люди чаще всего посещают в г. Белокуриха (рис. 1).



Рис. 1. Образцы для изучения

Образец 1: Терренкур «Старая Мельница»

Образец 2: Курортная зона, в близи с рестораном «Биршале»

Образец 3: Вокзал «Белокуриха»

Образец 4: Центральная городская больница г. Белокурихи

### Методика исследования

**Опыт №1. Определение органолептических показателей талого снега (прозрачность и запах).** Для выявления прозрачности талой воды использовалась дистиллированная вода для сравнения с образцами. По результатам данного анализа в трех образцах вода прозрачная (образец 1,2,4), а в одном образце вода слабо мутная (образец 3). Для определения запаха воды в колбу объём 100 мл наливается исследуемая вода на 2/3 объема, прикрывается стеклом, осторожно взбалтывается. Затем, сдвинув с колбы стеклышко, определяется запах воды. В результат оценивается по пяти балльной системе.

По итогу этого опыта, получается, что в образце 3 имеется запах химических примесей, в образце 4 слабый кислых запах. Во всех других запах отсутствует (см. табл. 1).

Таблица 1

### Результаты эксперимента

Образцы	Результат на прозрачность воды	Результат на запах воды
Образец 1: Терренкур «Старая Мельница»	Прозрачная	0
Образец 2: Курортная зона, в близи с рестораном «Биршале»	Прозрачная	0
Образец 3: Вокзал «Белокуриха»	Слабо мутная	3
Образец 4: Центральная городская больница г. Белокурихи	Прозрачная	1,5
Дистиллированная вода	Прозрачная	-



## Опыт №2. Определение химических свойств талого снега

Вначале определяли кислотность воды с помощью универсального индикатора. Если в снег попадают соединения различных кислот, он приобретает кислотную реакцию. В присутствии соединений металлов, ароматических углеводородов, снег защелачивается. По результатам в образце 1 (pH=6, нейтральный), в образце 2 (pH=6, нейтральный), в образце 3 (pH=7, нейтральный), в образце 4 (pH= 4, кислая). Далее выявили признаки органических веществ.

- Радужная пленка на поверхности воды.

Результат: во всех образцах (1,2,3,4) отсутствует радужная пленка.

- Маслянистое пятно на фильтровальной бумаге после высыхания.

Результат: во всех образцах (1,2,3,4) отсутствует маслянистое пятно на фильтровальные бумаги (рис. 2).



Рис. 2. Фильтровальная бумага с образцами

- Обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия.

Результат: во всех образцах (1,2,3,4) цвет остался неизменным, это доказывает, что в исследуемых образцах отсутствуют органические вещества (иногда неорганические восстановители). (рис. 3)

- Определение ионов железа  $Fe^{3+}$

Результат: во всех образцах (1,2,3,4) цвет остался неизменным. Значит в образцах нет ионов железа (рис.4).

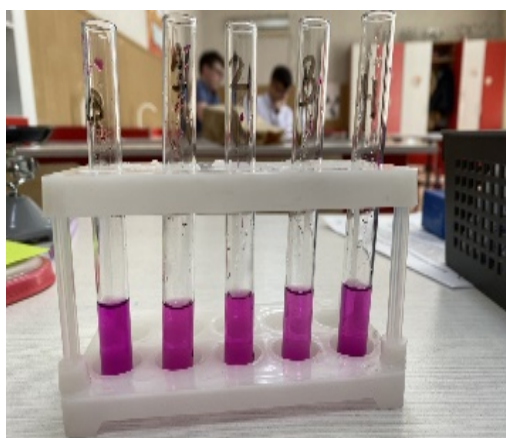


Рис. 3. Анализ содержания органических веществ

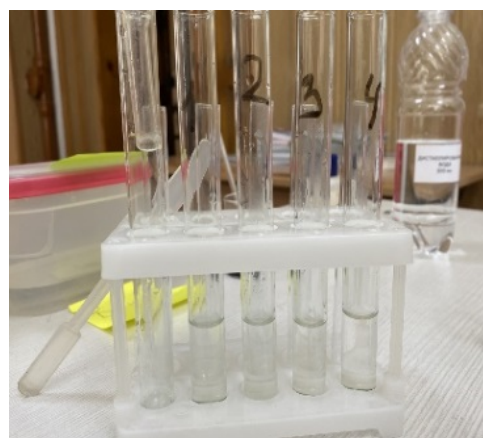


Рис. 4. Определение ионов железа  $Fe^{3+}$

- Определение ионов свинца  $Pb^{2+}$

Результат: в образцах (1,2) осадок не выпал, но в пробе (3,4) есть мало характерный желтый осадок (рис. 5).

- Определение ионов меди  $Cu^{2+}$

Результат: во всех образцах (1,2,3,4) не проявился интенсивно синий цвет, это свидетельствует о том, что медь отсутствует (рис.6).

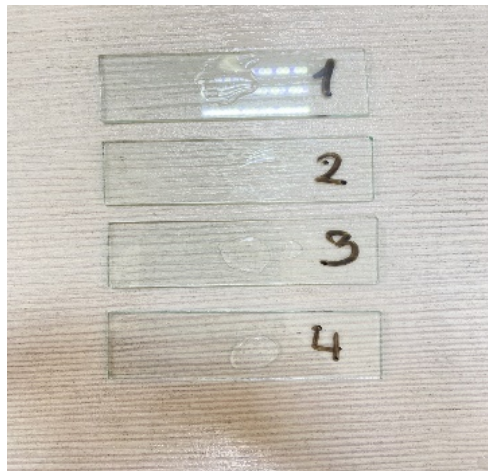


Рис. 5. Определение ионов свинца  $Pb^{2+}$

Рис. 6. Определение ионов меди  $Cu^{2+}$

- Определение ионов хлора  $Cl$

Результат: во всех образцах (1,2,3,4) не образуется осадок или муть (рис.7).

- Определение сульфата ионов  $SO_4^{2-}$

Результат: во всех образцах (1,2,3,4) не образуется осадок или муть (рис.8).

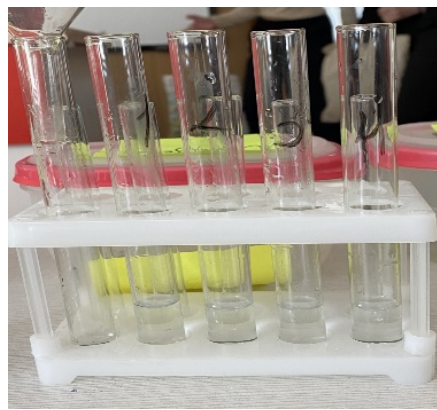
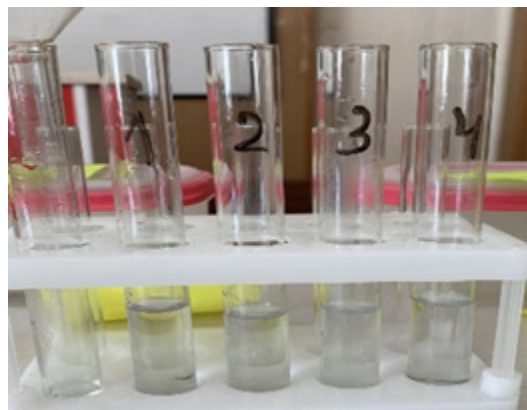


Рис. 7. Определение ионов хлора  $Cl$

Рис. 8. Определение сульфат-ионов  $SO_4^{2-}$

Вывод: в результате проведенного исследования, мы убедились, что атмосферный воздух в городе Белокурихе чистый. И это подтверждает проведенные химические анализы покровного снега.

### Заключение

Показатели, полученные в ходе работы, соответствуют санитарным нормам воздуха в курортных городах. Отсутствие ионов металла (ионов железа, ионов свинца, ионов меди) говорят о том, что антропогенная нагрузка не столь велика. Поэтому Белокуриха является привлекательным местом и оздоровителем

для всех приезжающих сюда людей с разных уголков мира. Не даром люди, которые здесь побывали, пишут, что: «Здесь здоровья не нужно просить – Ведь оно и без просьбы придёт.»

### **Список литературы**

- [1]. С.В. Темерев «Анализ воды и водных экосистем»
- [2]. Загрязнение атмосферы. <https://studopedia.ru/>
- [3]. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. Дата введения 2000-10-01) <https://docs.cntd.ru/document/1200006803>

**Денисова Елизавета Алексеевна** – ученица 10 класса МБОУ «БСОШ № 1» г. Белокурихи Алтайского края. E-mail: [denisova20066@mail.ru](mailto:denisova20066@mail.ru)

**Научный руководитель: Космынина Ю.М.** – учитель химии, биологии МБОУ «БСОШ № 1» г. Белокурихи. E-mail: [kosmylina\\_y\\_m@mail.ru](mailto:kosmylina_y_m@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ РОСТА СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ КАК ИНДИКАТОРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

*Одним из направлений современной системы мониторинга поверхностных вод является биомониторинг и биоиндикация их качества. Скорость роста сине-зеленых водорослей может применяться в качестве индикатора содержания в поверхностных водах фосфора и азота. Превышение ПДК этих соединений приводит к эвтрофикации водоемов и рассматривается как пример биологического загрязнения.*

**Ключевые слова:** сине-зеленые водоросли, биомониторинг, качество воды

Химическое исследование воды выполняется с применением следующих методов:

- спектрофотометрия;
- биотестирование;
- кондуктометрия;
- фотометрия;
- капиллярный электрофорез;
- турбидиметрия;
- газовая хроматография;
- гравиметрия;
- газовая хроматография;
- нефелометрия

С целью быстрого получения информации о качестве воды используются методы биотестирования.

В соответствии с "Методическим руководством по биотестированию воды", биотестирование является дополнительным экспериментальным приемом для проверки необходимости корректировки величин ПДС по интегральному показателю "токсичность воды", который позволяет учесть ряд существенных факторов: наличие в сточной воде токсических веществ, неучтенных при установлении ПДС, вновь образованных соединений, метаболитов, различные виды взаимодействия химических веществ.

Целью работы являлось исследование качества воды из разных источников с применением в качестве биоиндикатора сине-зеленых водорослей (*Cyanobacteria*).

Биогенные вещества (азот и фосфор) являются одними из основных составляющих компонентов сточной воды, присутствие которых в коммунальных или близких к ним по составу хозяйственно-бытовых водах фиксируется постоянно. Токсины цианобактерий могут вызвать у человека гастроэнтериты, пневмонию, разнообразные аллергические реакции, дерматиты, раздражение глаз и хронические повреждения печени. Особенно опасен их канцерогенный эффект [4].

Для выполнения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Исследована скорость роста и увеличение количества сине-зеленых водорослей в воде из пруда, водопроводной воде, кипяченой водопроводной и воде из родника.

2. На основании полученных данных сделан вывод о содержании соединений азота и фосфора в этих источниках.

Мы исследовали четыре образца из разных водных источников:

- Водопроводная вода;
- Вода из родника;
- Вода из пруда;
- Кипяченая вода.



Рис. 1. Начало эксперимента

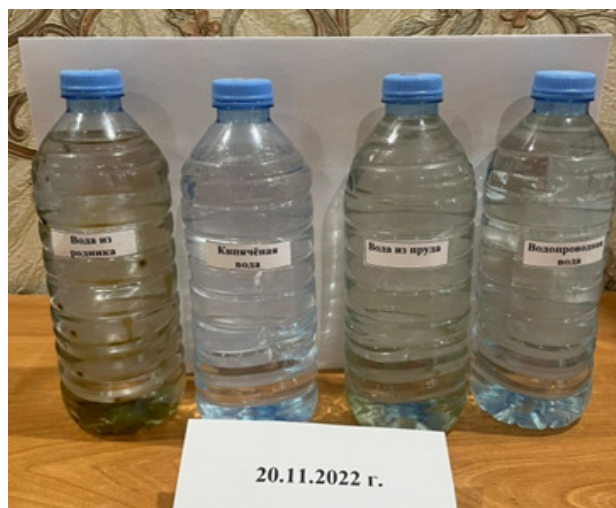


Рис. 2. Месяц спустя



Рис. 3. Четыре месяца спустя

Анализ полученных данных позволяет предположить, что в воде из пруда содержится максимальное количество соединений азота и фосфора. Это объясняется высокой скоростью роста сине-зеленых водорослей и позеленением воды в бутылке. В водопроводной воде и кипяченой воде сине-зеленых водорослей не обнаружено. В воде из родника они появились значительно позже и в меньших количествах. Очевидно, результаты можно объяснить спецификой изученных водоемов и водопроводной воды.

## **Заключение**

Таким образом, показана возможность применения сине-зеленых водорослей в качестве индикатора качества воды. Разные источники характеризуются разной скоростью роста сине-зеленых водорослей, что определяется спецификой водоемов.

## **Список литературы**

- [1]. Жизнь растений. Водоросли. Лишайники. Мхи. — М.: Мир книги, 2002. — Т. 5. — С. 163. — 192 с. — (Большая энциклопедия природы).
- [2]. Лыков И.Н., Шестакова Г.А. Теоретические и практические основы общей микробиологии - Калуга, 2002. -212 с.
- [3]. Кусачева С.А. Экологический мониторинг: Учебное пособие./С.А. Кусачева – Калуга. КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 173 с.
- [4]. Bell S.G., Godd Cyanobacterial toxins and human health// Rev. Med. Microbiol.-1994-5,№4.-P.256-264

**Глухов Дмитрий Алексеевич** – ученик 11 класса МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 5» г. Калуги. E-mail: [gluxovda2005@gmail.com](mailto:gluxovda2005@gmail.com)

**Научный руководитель: Кусачева С.А.** – к.б.н., зав. кафедрой МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [kusachevasa@bmstu.ru](mailto:kusachevasa@bmstu.ru)

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДЫ NI LABVIEW ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ

*Использование среды компьютерного моделирования NI LabView на уроках физики в школе позволяет визуализировать физические явления. При изучении баллистического движения это даёт возможность проанализировать влияние входных параметров движения на баллистическую траекторию. Данный подход помогает в полной мере разобраться в характере движения материальной точки.*

**Ключевые слова:** баллистическое движение, материальная точка, компьютерное моделирование, LabView

В век современных технологий, когда компьютер тесно вошёл во все сферы жизни, роль IT резко возрастает. И сфера образования не является исключением. Применения компьютера в образовательном процессе помогает в интерактивной форме, наглядно, визуализировать требуемый материал. Это наиболее актуально при изучении фундаментальных наук, таких как физика, где большинство материала изложено в теоретическом представлении. К сожалению, такой подход не даёт полного понимания происходящих явлений, так как отсутствует возможность продемонстрировать их в силу различных обстоятельств: сложность постановки опыта, трудоёмкость, отсутствие материально-технической базы.

Одним из таких примеров является изучение баллистического движения тела. Баллистика – раздел механики, изучающий движение тел в поле силы тяжести Земли. [1, с. 55]. Для описания движения тела, брошенного под углом к горизонту, необходимо ввести идеализированную модель, и рассматривать тело, как материальную точку, движущуюся с постоянным ускорением свободного падения  $\vec{g}$ . Криволинейное баллистическое движение представляет собой сложение двух прямолинейных движений: равномерного движения по оси  $X$  и равнопеременного движения по оси  $Y$ . В данном случае, движение тела можно описать по известным зависимостям [2, с 49]:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + (v_0 \cos \alpha)t, \\ y(t) = y_0 + (v_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2}. \end{cases} \quad (1)$$

где  $x(t)$ ,  $y(t)$  – координаты точки в зависимости времени полёта  $t$ ;  $x_0$ ,  $y_0$  – координаты начала движения точки;  $v_0$  – начальная скорость броска тела;  $\alpha$  – угол броска тела к горизонту (рис. 1);  $g$  – ускорение свободного падения.

Общее время полёта снаряда складывается из двух составляющих, времени подъёма тела на максимальную высоту  $t_{нод}$ , и падения тела  $t_{cn}$ . Время подъёма снаряда высчитывается по формуле [1, с. 58]:

$$t_{\text{нод}} = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g}. \quad (2)$$

Максимальная высота подъёма тела составляет:

$$h = y_0 + \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}. \quad (3)$$

Время падения высчитывается, как свободно брошенное тело с высоты  $h$ :

$$t_{\text{сп}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (4)$$

Исходя из уравнений (1) – (4) получим формулу для расчёта дальности полёта снаряда:

$$S = (v_0 \cos \alpha) \cdot (t_{\text{нод}} + t_{\text{сп}}). \quad (5)$$

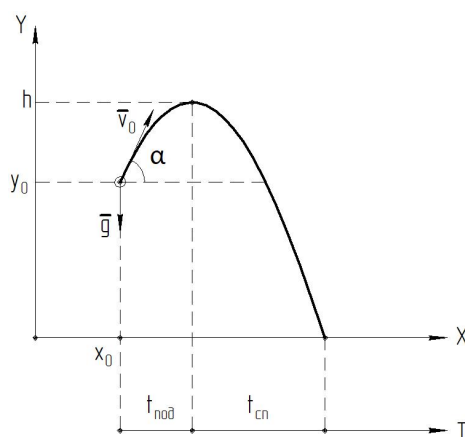


Рис. 1. Траектория баллистического движения тела

Решение уравнений (1) – (5) при подстановке начальных условий позволяет численно посчитать параметры, характеризующие баллистическое движение, но не даёт визуального представления, а в силу этого, возникает сложность понимания зависимости влияния исходных значений, таких как  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $v_0$ ,  $\alpha$  на характер движения тела. Поэтому представление решения данных уравнений должно быть в общем виде, с возможностью изменения входных данных, и автоматическим построением баллистической траектории движения. Это осуществимо с применением компьютерного моделирования с помощью специализированного программного обеспечения.

В качестве среды решения данной задачи выбрана программа LabVIEW от компании National Instrument [3]. *LabVIEW* или *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*. (среда разработки лабораторных виртуальных приборов), является средой графического программирования, которая широко используется в промышленности, инженерном образовании и научно-исследовательской деятельности. Преимуществом применения данного ПО является его универсальность, наглядность и понятность, так как интерфейс является графическим, и программа представляется в виде схемы [4]. Использование данного языка программирования позволяет создавать программы с минимальными затратами по времени и минимальной подготовкой.



Программа, написанная на языке LabVIEW называется виртуальным прибором, так как по внешнему виду имеет черты, относящие её к приборам: органы ввода информации и органы вывода обработанной информации.

Виртуальный прибор для расчёта траектории и параметров баллистического движения состоит из Лицевой панели (Front panel) (рис. 2) – интерфейса пользователя ВП, на котором содержатся регуляторы для задания начальной скорости движения, угла выстрела к горизонту, начальные координаты выстрела. Рассчитанная траектория движения отображается на отдельном поле для построения графиков. Дальность и время полёта отображены на поле вывода числовой информации.

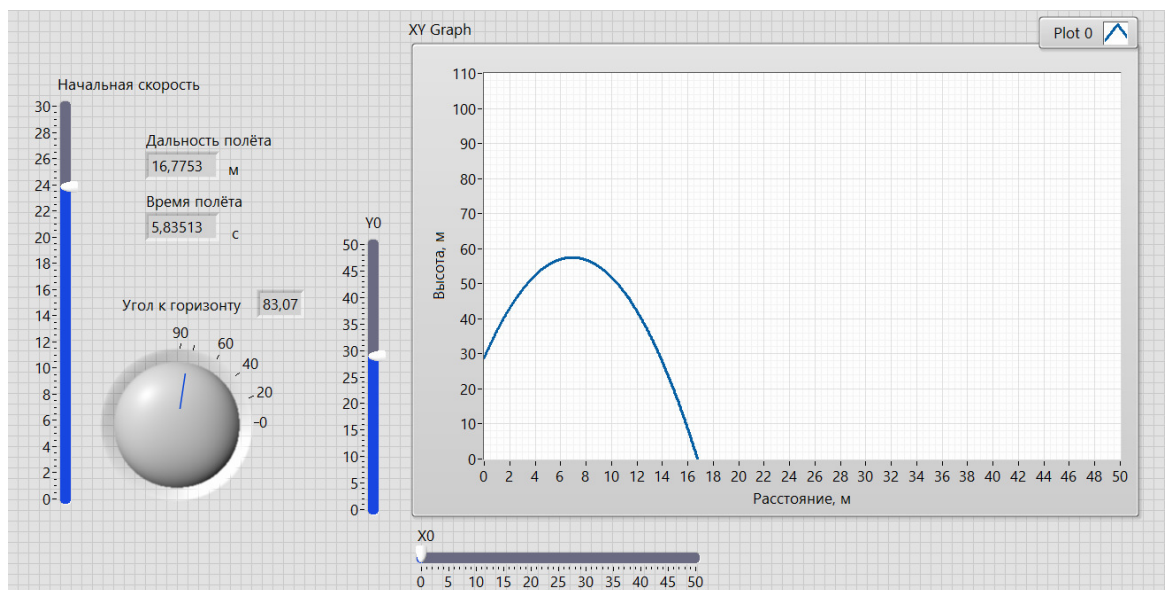


Рис. 2. Лицевая панель виртуального прибора

Второй неотъемлемой частью виртуального прибора является Блок-диаграмма (Block diagram) – графический код выполнения программы (рис. 3).

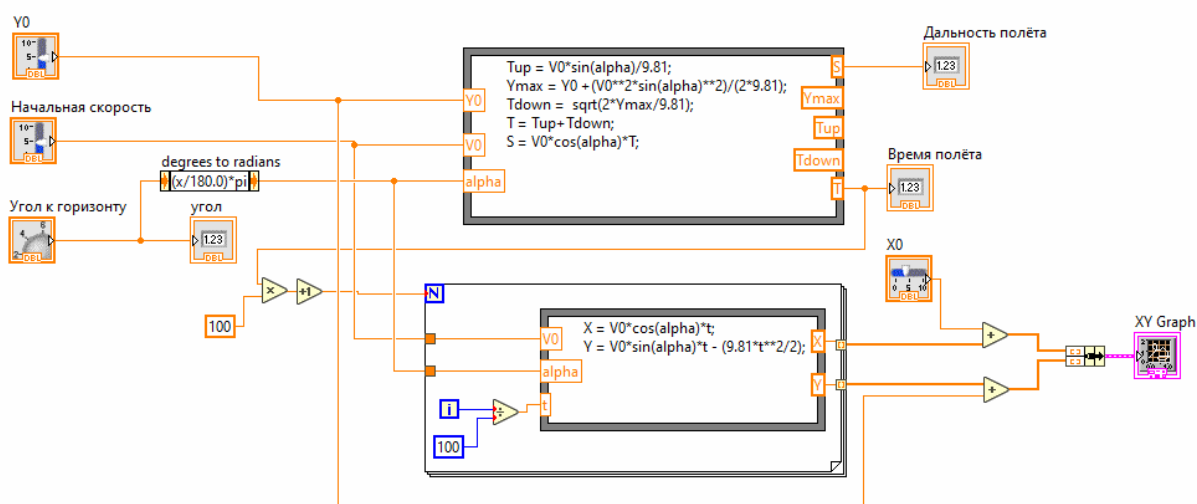


Рис. 3. Блок-диаграмма виртуального прибора

В нём содержатся необходимые иконки – функции, отвечающие за необходимые действия и вычисления. Данные с устройств ввода подаются на струк-

туру, в которой записаны необходимые для вычисления формулы. Далее в массиве происходит вычисление траектории полёта точки, которая впоследствии отображается на графике.

Данный виртуальный прибор позволяет в режиме реального времени изменять значения входных значений и перестраивать траекторию движения. Это даёт возможность визуально оценить и проанализировать характер перемещения тела, и дать заключение о влиянии тех или иных условий на перемещение.

Так как данная программа является виртуальным прибором, имеется возможность использования его как под прибора, в составе программы для расчёта ряда зависимостей. Так можно реализовать программу, вычисляющую траектории движения тел, в зависимости от разных углов к горизонту, при равных остальных параметрах (рис. 4,5).

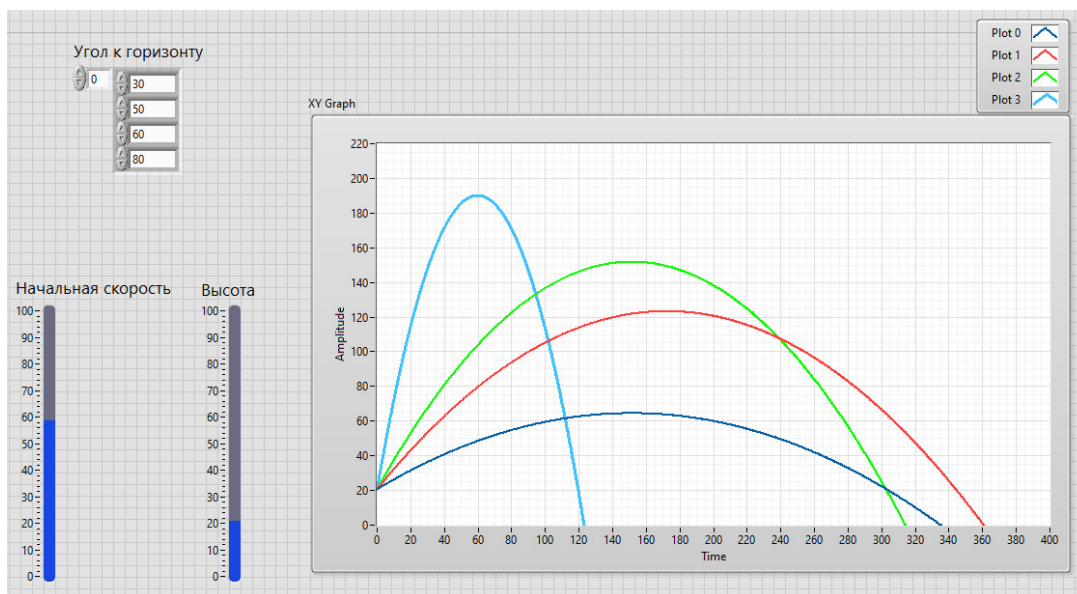


Рис. 4. Лицевая панель ВП для расчёта семейства графиков

Значения углов задаются в виде массива, и для каждого значения рассчитываются значения параметров движения и траектория. Количество построенных траекторий определяется числом данных в массиве.

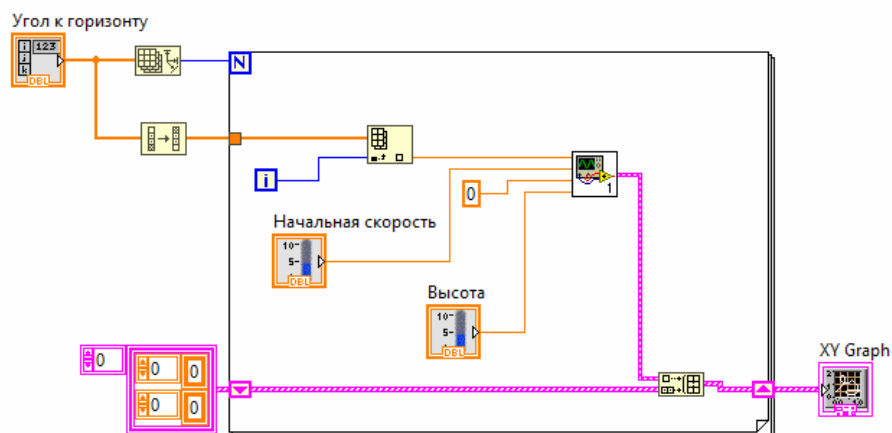


Рис. 5. Блок-диаграмма ВП для расчёта семейства графиков

Таким образом, применение среды LabView помогает визуализировать математические расчёты и наглядно продемонстрировать зависимости различных величин при исследовании физических процессов.

### **Заключение**

Описаны возможности применения языка графического программирования LabView при изучении темы по физике баллистическое движение. Выполнение моделирования в данной среде помогает визуализировать математические расчёты и наглядно продемонстрировать зависимости различных величин при исследовании физических процессов.

### **Список литературы**

[1] *Касьянов, В. А.* Физика. Углубленный уровень. 10 класс : учебник / В. А. Касьянов. – 8-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2020. – 480 с. : ил. – (Российский учебник).

[2] *Мякишев Г. Я.* Физика. 10 класс: учеб, для общеобразоват. организаций с прил. на электрон, носителе : базовый уровень / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М. : Просвещение, 2014. — 416 с. : ил. — (Классический курс). — ISBN 978-5-09-028225-3.

[3] *Трэвис, Д.* LabVIEW для всех : справочник / Д. Трэвис, Д. Кринг. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 904 с. — ISBN 978-5-94074-674-4.

[4] *Белиовская, Л. Г.* Узнайте, как программировать на LabVIEW : учебник / Л. Г. Белиовская. — Москва : ДМК Пресс, 2014. — 140 с. — ISBN 978-5-97060-063-4.

**Гапеенко Дмитрий Александрович** – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: ferrumkaluga@yandex.ru

**Гапеенко Даниил Александрович** – ученик МБОУ "Лицей №48". E-mail: daniil07g@mail.ru

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ

*Согласно многочисленным биоиндикационным исследованиям, на загрязнение окружающей среды наиболее остро реагируют хвойные растения. Характерными признаками неблагополучной окружающей среды, и в первую очередь, атмосферы, является наличие различного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров органов (длины хвои, побегов текущего года и прошлых лет, их толщины, размера шишек и др.). Наблюдается утолщение самой хвои, уменьшается продолжительность ее жизни.*

**Ключевые слова:** биомониторинг, биоиндикация, антропогенная нагрузка

Термин экологический мониторинг понимается и определяется через следующие цели: наблюдение за происходящим в окружающей природной среде физическими, химическими, биологическими процессами, за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объектов, последствиями его влияния на растительный и животный мир; обеспечение заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей среде, а также предупреждение и прогнозирование её состояния.

Общая цель экологического мониторинга заключается в оптимизации взаимодействия человека с природой, а также в экологической ориентации хозяйственной деятельности. Достижению вышеперечисленных целей способствует постановка и выполнение следующих задач:

- подведение итогов, систематизация информации и ее передача;
- планирование и проведение широкомасштабных наблюдений;
- выявление источников влияния;
- мониторинг обнаруженных источников, влияющих факторов;
- анализ природных ресурсов с целью постановки оценки состояния окружающей среды;
- прогнозирование тенденции в состоянии природной среды.

Процедуры мониторинга включают:

- выбор объекта исследования;
- подробное изучение, обследование, мониторинг данного объекта;
- формирование информационной модели или схемы наблюдаемого объекта;
- программирование, составление плана мониторинга;
- анализ состояния объекта, идентификация его схематической информационной модели;
- проработка прогнозов возможных изменений в состоянии наблюдаемого объекта;

Важное место в системе оценки качества окружающей среды занимает биомониторинг, методологической основой которого является биоиндикация. Удобство использования хвойных для биоиндикации состоит в том, что наблю-

дения возможны круглогодично. Также использование хвойных дает возможность проводить биоиндикацию как на небольших, так и на значительных по масштабу территориях.

Цель работы:

Оценка влияния антропогенной нагрузки на состояние хвойных растений по комплексу признаков с помощью биоиндикаторов (сосны обыкновенной).

Задачи:

- Изучить влияние выхлопных газов автомобилей на хвойные растения;
- Провести биоиндикацию воздуха в двух точках в микрайоне Калуга-2;
- Проанализировать полученные результаты.

Материалы:

Весы технохимические; линейка; лупа с увеличением в 4 раза; ветви сосны обыкновенной длиной 20-25 см по 1 образцу с двух объектов (автодороги и чащи леса) (рис. 1).



Рис. 1. Образцы хвои

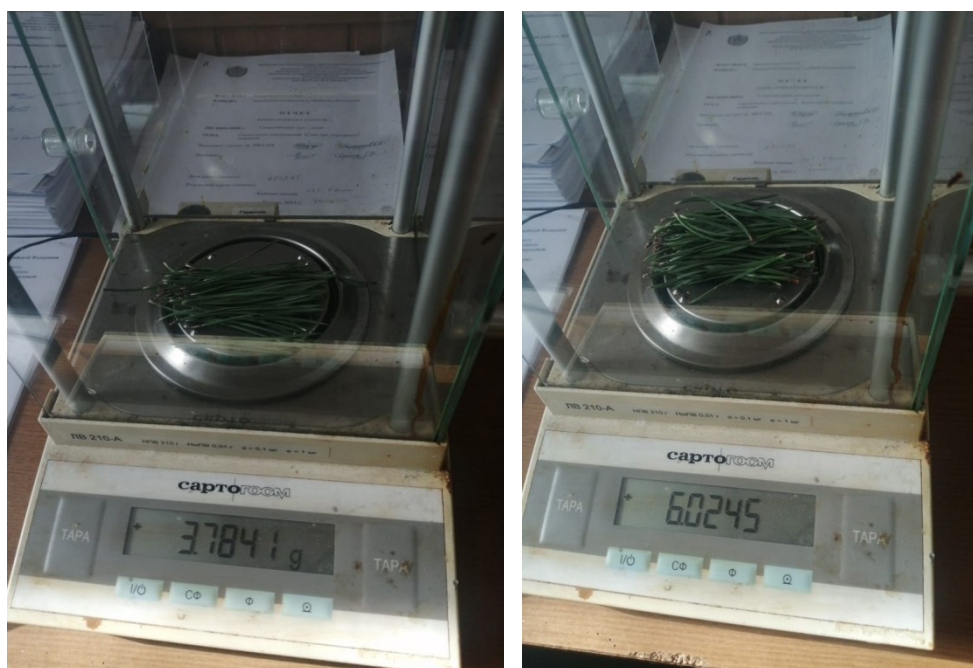


Рис. 2. Взвешивание образцов

**Результаты измерений**

Место взятия образца	Длина, мм	Ширина, мм	Продолжительность жизни хвои, лет	Число хвоинок на 10 см побега, шт	Вес 120 хвоинок, г	Некрозы, %
Автодорога	55,4	1	5	226	3.7841	50
Чаща леса	73	1,5	5	112	6.0245	20

**Выводы:**

В загрязнённой зоне:

- Хвоинки усыхают;
- Количество хвоинок с пятнами в два раза больше, чем в чистой зоне;
- Уменьшение длины и ширины хвоинок;
- Увеличение числа хвоинок на 10 см побега на 50%;

Таким образом, установлено, что по степени повреждения хвои сосны можно выявить уровень загрязнения атмосферы.

**Заключение**

По результатам эксперимента установлено, что степень поврежденности хвои выше в районе с большей антропогенной нагрузкой. Комплекс признаков хвойных деревьев может применяться для индикации качества окружающей среды.

**Список литературы**

- [1]. Сафронова С.А. Биоиндикация качества окружающей среды: Методические указания.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 20 с.
- [2]. Федоров А.И. Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. Пособие для студ. высш.учеб.заведений.-М.:Гуманит. изд.центр ВЛАДОС, 2001.- 288с.:ил.
- [3]. Кусачева С.А. Экологический мониторинг: Учебное пособие./С.А. Кусачева – Калуга. КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 173 с.

**Потапенкова Алина Валерьевна** – ученица 10Б класса МБОУ СОШ №26 г. Калуги. E-mail: potapenkova.lina@bk.ru

**Научные руководители: Кусачева С.А.** – к.б.н., зав. кафедрой МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kusachevasa@bmstu.ru. **Орлик А.Г.** – к.т.н., доцент кафедры МК5 «Технология конструкционных материалов». E-mail: agorlik@bmsru.ru

## СПОСОБЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

*При обработке древесины образуются отходы — стружки, опилки, древесная пыль, куски коры и другое. Количество отходов достигает 40%, что несет убытки предприятию. Однако из отходов можно извлечь максимальную выгоду, при внедрении новых оборудований для их переработки, что увеличит доход и сократит вырубку лесов. Повторное использование остатков возможно для производства технологической щепы, служащей сырьем для древесностружечных плит и других стройматериалов, а также топлива, спирта, кислот и других веществ.*

**Ключевые слова:** биологическая переработка, биотопливо, биогаз

Биологическая переработка — использование бактерий и штаммов микроорганизмов, которые ускоряют разложение древесины, превращают ее в кормовые белковые дрожжи и другие ценные продукты микробиологического синтеза.

Биологический метод - один из самых простых методов переработки древесины. Конечный продукт такой обработки - это компост – ценное удобрение богатое гумусом. При переработке под воздействием бактерий стружка, опилки и щепка разлагаются, образуя ценнейший продукт повышения плодородия почв. В новейших технологических решениях всю процедуру контролирует компьютер, проводя процесс таким образом, чтобы получить перегной в нужное время с заранее определенными параметрами влажности и насыщенности кислородом. Технология обработки древесины биологическим методом предполагает переработку древесины низкого качества, а также миллионов тон самых разных древесных и сельскохозяйственных отходов в очень ценный продукт – кормовые белковые дрожжи. Также в процессе такой обработки производят этиловый спирт, фурфурол и ксилит.

Обеспечение сельскохозяйственного производства необходимым сырьем микробиологического синтеза является основной задачей биологического метода переработки. На каждом деревообрабатывающем, лесопильном или химическом заводе технологическая обработка древесины осуществляется строго поэтапно, на каждой стадии древесина приобретает определенные свойства. Стоит отметить, что изготовление любого сырья является экологически чистым.

Различают 3 вида биотоплива: твердое (дрова, солома), жидкое (для двигателей внутреннего сгорания, к примеру, этанол, биодизель) и газообразное (водород, биогаз)

### **Получение и использование твердого биотоплива**

Древесина является одним из наиболее популярных видов топлива. Поэтому многие компании российского леспрома предпочитают использовать её остатки в качестве сырья для производства топливных элементов. Это дрова, опилки, кора, солома, щепки, даже ореховая скорлупа и шелуха от семечек. Если это спрессовать в гранулы, получатся пеллеты: дешевый аналог дров, который оставляет меньше золы и почти не дымит.

Способ получения твердого биотоплива из древесных отходов включает измельчение, сушку, смешение компонентов и последующее прессование. Технический результат изобретения позволяет повысить экономическую эффективность технологического процесса без потери качественных характеристик, повысить водоотталкивающие свойства и теплоту сгорания биотоплива. Твердым биотопливом можно топить печи, а можно сжигать его на тепловых электростанциях и получать электричество.

### **Получение и использование жидкого биотоплива**

#### *1. Пиролиз древесных отходов*

Пиролиз — это переработка древесных отходов в жидкое и твердое топливо, газ, фенолы, формальдегиды и другие химические соединения. Твердая составляющая, то есть, уголь, стабилизируется и расфасовывается, жидкую фракцию подвергают многократной очистке для получения спиртов, альдегидов, кислот, а газообразную очищают и используют для обогрева помещений.

#### *2. Переработка отходов способом гидролиза*

Химическая переработка древесины методом гидролиза позволяет получить из 1 тонны сырья до 180 л этилового спирта, 40 кг кормовых дрожжей, 800 г скипидара. В автоклав загружаются остатки древесины, добавляется серная кислота и под давлением и действием пара сырье разлагается на целлюлозу, гемицеллюлозу и простые углеводы. Готовый раствор бродит и затем из него получают различные продукты.

В случае использования метода гидролиза из древесных отходов получают кормовые дрожжи, скипидар, этиловый спирт и фурфурол, используемый в качестве сырья для химической промышленности и антисептика.

#### *3. Новые способы получения*

На данный момент инженерами разрабатываются новые способы получения биотоплива, к примеру *с помощью водорослей*. Водоросли выращивают в больших бассейнах, где они превращают солнечный свет в энергию и хранят ее в виде масла. Масло механически извлекается (при прессовке биомассы) или с помощью химических растворителей, разрушающих стенки клеток. Дальнейшая переработка и очистка дает биотопливо, подходящее для использования в качестве альтернативы традиционным видам топлива. Биотопливо часто упоминают в качестве альтернативы бензину для автомобилей, но сейчас только 2% используется в транспортной отрасли.

### **Получение и использование газообразного биотоплива**

#### *Газификация древесных отходов*

Во время нагревания опилок с небольшим доступом воздуха молекулы распадаются и превращаются в газ. Для утилизации древесных отходов с получением газа подходят газогенераторные котлы на твердом топливе и двигатели внутреннего сгорания. Для переработки может быть использованы древесные опилки, стружки, кора, куски древесины. Газификационные установки могут применяться на лесных и деревообрабатывающих предприятиях, в том числе в районах, удаленных от электрических и газовых сетей. Получаемый газ не со-



держит вредных примесей, а количество смол соответствует международным нормам.

Биоводород — аналог обычного водорода, который получают из биомассы. Термохимический способ представляет собой нагрев исходного сырья без доступа кислорода до высоких температур, например, древесных отходов, при котором выделяется водород и другие попутные газы. При биохимическом способе получения биоводорода в биомассу добавляют специальные микроорганизмы, которые ее разлагаются с выделением водорода.

### **Заключение**

Правильная организация безотходного производства или утилизации древесных отходов позволит предпринимателям и компаниям лесной промышленности не только повысить уровень доходов, но и принять прямое участие в деятельности по сохранению отечественных лесов.

Таким образом, все остатки древесного происхождения должны будут попасть обратно в производственную цепочку. Они могут быть переработаны в пеллеты, древесно-стружечные плиты, компоненты для иных изделий, и различные виды биологического топлива.

### **Список литературы**

- [1]. <https://trends.rbc.ru/trends/green/610a89709a7947d644d231bb>
- [2]. Федоров А.И. Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. Пособие для студ. высш.учеб.заведений.-М.:Гуманит. изд.центр ВЛАДОС, 2001.- 288с.:ил.
- [3]. Кусачева С.А. Экологический мониторинг: Учебное пособие./С.А. Кусачева – Калуга. КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. – 173 с.
- [4]. <https://lesoteka.com/obrabotka/pererabotka-drevesiny>

**Лескова Екатерина Николаевна** – ученица 11 класса МБОУ СОШ № 37 г. Калуги. E-mail: [Eleskova20@yandex.ru](mailto:Eleskova20@yandex.ru)

**Научный руководитель: Кусачева С.А.** – к.б.н., зав. кафедрой МК11 "Ресурсосберегающие энергосистемы и технологии", КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: [kusachevasa@bmstu.ru](mailto:kusachevasa@bmstu.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ 9. ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ, ДОРОЖНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>3</b>
<i>Н.С. Виноградов, Д.Г. Мокин</i> РАСЧЁТ КЛЕЩЕВОГО ЗАХВАТА СТРИППЕРНОГО КРАНА.....	4
<i>К.А. Баранов, С.Л. Заярный</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИМПУЛЬСНОГО ГИДРОПРИВОДА ПОДЪЕМА ГРУЗА .....	8
<i>Р.С. Мосальчук, Д.Г. Мокин</i> ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ПОВОРОТНОЙ ТЕЛЕЖКИ МОСТОВОГО КРАНА НА ОСНОВЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ.....	13
<i>К.А. Родичева, И.И. Сорокина</i> РАСЧЕТ ПРОГИБА КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОЧИСТНОГО УСТРОЙСТВА.....	17
<i>А.А. Мосальский, Д.А. Гилов</i> СТЕНД И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ КОНТАКТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ «КАНАТ-ПОВЕРХНОСТЬ».....	20
<i>И.А. Боголепов, М.Ю. Леонтьев</i> ОБЗОР ВАРИАНТА ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ ИЗ СОСТАВА ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА.....	25
<i>Е.С. Крючкова, Д.Г. Мокин</i> ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИСПАСТОВ НА СИЛУ НАТЯЖЕНИЯ И ВЫИГРЫШ В СИЛЕ .....	29
<i>Д.И. Логинов, П.В. Витчук</i> ОЦЕНКА РИСКА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАШЕННЫХ КРАНОВ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	33
<i>Н.Н. Сабо, С.Л. Заярный</i> КОНСТРУКЦИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ГРУЗОВОЙ ПЛОЩАДКИ ПОВЫШЕННОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ .....	37
<b>СЕКЦИЯ 10. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ФИЗИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ .....</b>	<b>41</b>
<i>В.А. Бурцев, Ю.С. Белов</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ VGG16 И VGG19 В ЗАДАЧАХ ДВОЙНОЙ СТИЛИЗАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ .....	42
<i>П.Е. Белоношко, Ю.С. Белов</i> СИСТЕМА СИНТЕЗА РЕЧИ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКОВОЙ МОДЕЛИ VALL-E.....	48
<i>А.О. Левин, Ю.С. Белов</i> ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОРАНГОВОЙ АДАПТАЦИИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ТЕКСТУ НА ОСНОВЕ ДИФУЗИОННЫХ МОДЕЛЕЙ.....	52

<i>А.И. Петров, Ю.С. Белов</i> ТРАНСФЕРНОЕ ОБУЧЕНИЕ МОДЕЛИ VGG-16.....	57
<i>Е.А. Панина, Ю.С. Белов</i> СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕГИСТРАЦИИ ОБЛАКА ХАРАКТЕРНЫХ ТОЧЕК .....	62
<i>С.А. Вялых, Ю.С. Белов</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ СЛОВ И ЭМОЦИЙ НА ОСНОВЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ РЕЧИ .....	66
<i>Д.С. Дроздов, Ю.С. Белов</i> ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ТЕКСТОВОМУ ОПИСАНИЮ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	71
<i>Е.Д. Мосин, Ю.С. Белов</i> ГЕНЕРАЦИЯ ЖАНРОВОЙ МУЗЫКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАЦИОННОГО АВТОЭНКODЕРА.....	75
<i>А.Д. Чикишев, Ю.С. Белов</i> МЕХАНИЗМ ATTENTION В GPT-LIKE АРХИТЕКТУРАХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	80
<b>СЕКЦИЯ 11. ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ .....</b>	<b>85</b>
<i>А.О. Штокал, Е.В. Рыков, В.К. Шаталов, А.В. Артемьев, В.Д. Демина, Д.В. Сергеев</i> МИКРОДУГОВОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ – ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЙ И ДОСТИГАЕМЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ.....	86
<b>СЕКЦИЯ 12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЭЛЕКТРОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ .....</b>	<b>94</b>
<i>А.С. Синицын</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ "КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ" .....	95
<i>М.Е. Мельник, Е.В. Вершинин</i> ВЫБОР ПОДХОДА К РАЗРАБОТКЕ МАКЕТА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЗАПОЛНЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ УЧЕБНЫХ СМОТРОВ.....	100
<i>А.А. Потолокова, Е.В. Вершинин</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЮЗАБИЛИТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ДИЗАЙНА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ.....	104
<i>Г.А. Гусько, Е.В. Вершинин</i> ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛИЗАТОРА СЕТИ WIFI ПРИ ЕЁ РАЗВЕРТЫВАНИИ.....	108
<i>С.Е. Шелков, Е.В. Вершинин</i> ВЫБОР ФОРМАТА ОБМЕНА ДАННЫМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРНЕТ- МАГАЗИНА .....	111
<i>А.С. Иванов</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕПРОПРИЕТАРНЫХ ФРЕЙМВОРКОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ВИДЕОИГР.....	117

<i>С.С. Демин, Е.В. Вершинин</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОДНОСТРАНИЧНЫХ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ .....	123
<i>А.Г. Ивакин, Е.В. Вершинин</i> ОБЗОР ПРОБЛЕМ ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ .....	128
<i>С.Д. Новгородский, Е.В. Вершинин</i> КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИГРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА.....	133
<i>Н.С. Потапенков, Е.В. Вершинин</i> ВЫБОР МЕТОДОВ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРОВ .....	136
<i>А.В. Савушкина, Е.О. Дерюгина</i> РАСПОЗНАВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ НА ВИДЕО В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	142
<i>А.П. Бибиков, Ю.Е. Гагарин</i> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА .....	147
<i>Д.С. Захаренко, Е.В. Вершинин</i> ОБЗОР ПРОБЛЕМ ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ВНЕДРЕНИИ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ .....	151
<i>П.П. Губарев, Е.В. Вершинин</i> СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АПСКЕЙЛИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ В ИГРАХ.....	154
<i>А.Э. Дармограй, Е.В. Вершинин</i> ОБЗОР ПРОБЛЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СЕТЕВОЙ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ СЕССИОННОЙ ИГРЫ.....	158
<i>С.А. Филатов, Д.Т. Мушкамбарян, Н.А. Борсук</i> ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ЧАТ-БОТА ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВУЗА .....	162
<i>Д.Т. Мушкамбарян, С.А. Филатов, Н.А. Борсук</i> ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ ФРЕЙМВОРКА DJANGO .....	166
<i>Л.А. Сергеев</i> РАСШИРЕНИЕ ДАННЫХ ПРИ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ .....	169
<i>А.П. Панченко, Е.В. Вершинин</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СБОРА ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ ПАРСИНГА .....	172
<i>Н.А.Котенко, Ю.Е. Гагарин</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ FEATURE-SLICED DESIGN В РАЗРАБОТКЕ КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТИ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ .....	176
<i>А.А. Романова</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОТОКОЛА MODBUS НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ .....	180

<i>Потапенков Н.С., Вершинин Е.В.</i> ВЫБОР МЕТОДОВ В АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ НОМЕРОВ .....	184
<i>Н.О. Шошин, И.В. Чухраев</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАНЖИРОВАНИЯ СОИСКАТЕЛЕЙ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА LAMBDAMART .....	190
<i>Л.С. Гришагин, Ю.Н. Лавренков</i> МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ VPN .....	194
<i>Л.С. Гришагин, Ю.Н. Лавренков</i> СРАВНЕНИЕ OPEN VPN И WIREGUARD .....	199
<i>Л.С. Гришагин, Ю.Н. Лавренков</i> ШИФРОВАНИЕ В СЕТЯХ VPN .....	203
<i>М.А. Мовсисян, Е.В. Вершинин</i> NO-CODE КАК ОТВЕТ НА ПРОБЛЕМУ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	208
<b>СЕКЦИЯ 13. МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА .....</b>	<b>213</b>
<i>Я.Д. Жуков, А.В. Романов</i> РОБОТЫ-ГЕКСАПОДЫ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА.....	214
<i>П.В. Малышев, А.В. Романов</i> РАЗРАБОТКА МАНИПУЛЯЦИОННОГО МЕХАНИЗМА И АНАЛИЗ ЕГО ДВИЖЕНИЯ.....	217
<i>А.А. Марчуков, В.Н. Пащенко</i> УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОМ ИМПЕДАНСОМ МЕХАНИЗМА СОВМЕСТНОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ.....	219
<i>Е.Г. Абрамова, Н.Ю. Васильчук, В.Н. Пащенко</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ 3D ПРОФИЛЯ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ 3D СКАНЕРА .....	221
<i>П.П. Левченко, Н.Ю. Васильчук, В.Н. Пащенко</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕРВОДВИГАТЕЛЕЙ .....	225
<i>К.С. Краскова, А.В. Романов, Н.Ю. Васильчук</i> УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ СТАНКОВ С ЧПУ .....	228
<i>М.Е. Матюшенко, Н.Ю. Васильчук</i> РОБОТЫ-КВАДРОКОПТЕРЫ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА.....	231
<i>Е.Н. Сулаков, Н.Ю. Васильчук</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ В СРЕДЕ ROS.....	233
<i>А.З. угли Рахимходжаев, Н.Ю. Васильчук</i> МЕХАНИЗМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЗМЫ СОВМЕСТНОГО ОТНОСИТЕЛЬНОГО МАНИПУЛИРОВАНИЯ.....	236
<i>Т.А. Бадалбаев</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ НАХОЖДЕНИЯ ОСОБЫХ ПОЛОЖЕНИЙ РОБОТОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ .....	238

<i>М.А. Гайгеров</i> ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ МЕСТНОСТИ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА В ПРОСТРАНСТВЕ.....	242
<i>Д.А. Галкин, Н.Ю. Васильчук</i> СИМУЛЯЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ПЛАТФОРМЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ.....	246
<i>А.А. Просвернин, Н.Ю. Васильчук</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ МЕХАНИЗМА ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ .....	249
<i>А.В. Скадин</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ SCARA.....	254
<i>С.А. Зайков</i> КОНСТРУИРОВАНИЕ LIDARA ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА- ПОЛИВАЛЬЩИКА КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ.....	259
<i>И.И. Куликов, Н.Ю. Васильчук</i> СКУД С БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИЕЙ ПО ЛИЦУ .....	264
<i>Н.А. Максимов, Н.Ю. Васильчук</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ РОБОТОМ- МАНИПУЛЯТОРОМ FANUC-R2000IB ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ КОСМИЧЕСКОГО СПУТНИКА.....	267
<i>Д.А. Серегин, А.В. Романов</i> ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТА И ФОРМЫ ОБЪЕКТА.....	270
<i>Г.О. Тиняков, В.Н. Пащенко, Н.Ю. Васильчук</i> ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ, МЕТОД ДЕНАВИТА- ХАРТЕНБЕРГА ДЛЯ ЧЕТЫРЁХЗВЕННОГО МАНИПУЛЯТОРА .....	274
<b>СЕКЦИЯ 14. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И НАУЧНО- МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС .....</b>	<b>278</b>
<i>А.Ю. Орешкина, О.В. Сулина</i> СОЗДАНИЕ ТЕМАТИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ ЭЛЕМЕНТОВ В СИСТЕМЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПАС-3D .....	279
<i>А.О. Савичкин, В.В. Сахаров</i> ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ РАЗВЕРТОК КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	282
<i>Т.Д. Махель, А.М. Зувев</i> ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМЫЕ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ .....	285
<i>М.И. Колосов, Е.Н. Сломинская</i> ПОСТРОЕНИЕ РАЗВЕРТОК ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ.....	289
<i>А.С. Синицин, Е.А. Шестернина</i> ПОСТРОЕНИЕ ПРАВИЛЬНЫХ МНОГОГРАННИКОВ .....	293

<i>К.В. Зайцева, Е.Н. Сломинская</i> ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ И АССОЦИАТИВНОГО ЧЕРТЕЖА ФЛАНЦА.....	297
<b>СЕКЦИЯ 15. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИКИ .....</b>	<b>301</b>
<i>В.Е. Воробьева, К.А. Степанова, В.В. Квашина</i> ИННОВАЦИИ КАК ОСНОВА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАН МИРА.....	302
<b>СЕКЦИЯ 17. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>306</b>
<i>Д.С. Мазин, Д.Ю. Зубарев, Н.М. Пятов Е.А. Заверткин, В.С. Шувалов, М.А. Кондрашов</i> ПИРОЛИЗ КАК ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЛОПАСТЕЙ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ИЗ ПВХ.....	307
<i>М.Е. Сафронова</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ МИКРООРГАНИЗМАМИ В МИКРОБНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ .....	310
<i>К.В. Пестов</i> ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ БИОТОПЛИВ ПРИ ИХ ВЫПУСКЕ В ОБРАЩЕНИЕ.....	313
<i>М.А. Луконин, А.А. Марденгский</i> ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ .....	318
<i>М.А. Луконин, А.А. Марденгский</i> КРАТКИЙ АНАЛИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ .....	320
<i>М.А. Луконин, А.А. Марденгский</i> ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ .....	322
<b>СЕКЦИЯ 18. БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>324</b>
<i>В.Е. Иванова, Г.В. Лаврентьева, Р.Р. Шошина, Н.С. Герасимова</i> РАЗВИТИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ХЛОРОФИЛЛА А В ЯЧЕНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ .....	325
<b>СЕКЦИЯ 19. РЕЗУЛЬТАТЫ НИР УЧАЩИХСЯ ШКОЛ И УЧРЕЖДЕНИЙ СПО .....</b>	<b>329</b>
<i>А.А. Воронин, Т.В. Калмыкова, С.Д. Бархатов, А.А. Артемьева, Е.А. Кусачева, А.А. Гогин, С.О. Комонов, А.Д. Баев, Я.А. Кишеневский, М.В. Марусий, А.А. Семенов</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА БИОУТИЛИЗАЦИИ ПИЩЕВЫХ ОТХОДОВ .....	330

<i>А.А. Воронин, Т.В. Калмыкова, С.Д. Бархатов, А.А. Артемьева, Е.А. Кусачева, А.А. Гогин, С.О. Комонов, А.Д. Баев, Я.А. Кишневский, М.В. Марусий, А.А. Семенов</i>	ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОГЕННЫХ СВОЙСТВ АКТИВНОГО ИЛА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. КАЛУГИ .....	334
<i>С.Д. Бархатов, С.М. Хилопок</i>	РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА ГАЗА БРАУНА ВЫСОКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ .....	337
<i>С.Д. Бархатов, С.М. Хилопок</i>	ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ГРЕМУЧЕГО ГАЗА .....	340
<i>Е.А. Денисова</i>	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. БЕЛОКУРИХИ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СНЕЖНОГО ПОКРОВА.....	343
<i>Д.А. Глухов</i>	ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ РОСТА СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ КАК ИНДИКАТОРНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ .....	348
<i>Д.А. Гапеенко, Д.А. Гапеенко</i>	351 ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДЫ NI LABVIEW ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ШКОЛЕ .....	351
<i>А.В. Потапенкова</i>	ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА СОСТОЯНИЕ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ .....	356
<i>Е.Н. Лескова</i>	СПОСОБЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ .....	359



**НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В ПРИБОРО - И МАШИНОСТРОЕНИИ  
И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ВУЗЕ**

**Материалы  
Региональной научно-технической конференции**

**Том 2**

*Научное издание*

Все работы публикуются в авторской редакции. Авторы несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений

Подписано в печать 27.05.2022  
Формат 60х90/16. Печать офсетная. Бумага офсетная  
Печ. л. 23. Усл. п. л. 21,4

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
107005, Москва, 2-я Бауманская, 5

248000, г. Калуга, ул. Баженова, 2, тел. 57-31-87