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
Всероссийской научно-технической конференции

Том 3

ИЗДАТЕЛЬСТВО МГТУ им. Н. Э. Баумана
Калуга 2019

УДК 378:001.891
ББК 74.58:72
Н34

Руководитель конференции:
А.В. Царьков (директор КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана),
А.А. Столяров (зам. директора по научной работе)

Оргкомитет конференции:
Председатель оргкомитета*: Столяров А.А.*
Ученый секретарь*: Лебедев В.В.*

Члены оргкомитета:

Андреев В.В. д.т.н., профессор
Косушкин В.Г. д.т.н., профессор
Коржавый А.П. д.т.н., профессор
Шаталов В.К.. д.т.н., профессор
Мазин А.В. д.т.н., доцент
Малышев Е.Н. к.т.н., доцент
Пономарев А.И. к.т.н., доцент
Шубин А.А. к.т.н., доцент
Сломинская Е.Н. к.т.н., доцент
Пащенко В.Н. к.т.н., доцент
Корнюшин Ю.П. д.т.н., профессор
Ильин В.В. д.филос.н., профессор
Горбунов А.К. д.ф-м.н., профессор
Перерва О.Л. д.э.н., профессор
Рамазанов А.К. к.ф-м.н., доцент
Мельников Д.В. к.т.н., доцент
Анкудинов А.А. к.т.н., доцент
Максимов А.В. к.т.н., доцент
Орлик Г.В. к.т.н., доцент
Жинов А.А. к.т.н., доцент

Н34 **Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе**: материалы Всероссийской научно-технической конференции, 19 – 21 ноября 2019 г. Т. 3. – Калуга: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. –286 с.

В сборнике материалов Всероссийской 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, 2019
© Калужский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019
© Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019

СЕКЦИЯ 10.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ФИЗИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Л.А. Сергеев, Г.Э. Амеличев, Н.А. Силаева, А.К. Горбунов

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ С УПРАВЛЯЕМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

В системах передачи информации с целью сохранения значений их показателей качества в определенных пределах предусматривается реализация различных алгоритмов, позволяющих учитывать изменения поступающего на вход системы потока требований. Наиболее распространенным примером является алгоритм подключения дополнительного прибора обслуживания, что может рассматриваться, как частный случай системы передачи данных с изменяющейся скоростью обслуживания.

Система с меняющейся производительностью является управляемой системой массового обслуживания (СМО) и, следовательно, ее модель должна включать, наряду с описанием процессов поступления требований и их обслуживания и описание процесса управления ресурсами СМО (такими ресурсами могут быть объем запоминающего устройства или производительность системы).

В классическое обозначение СМО по Кендаллу A | B | K, где A – распределение промежутков времени между поступлениями требований, B – распределение времени обслуживания; предлагается ввести после A и B еще один символ C так, что обозначение принимает вид A | B | C | K, где C – распределение процесса управления ресурсами СМО.

В данной работе рассматривается система с меняющейся производительностью, причем процесс изменения производительности предполагается марковским. Используя модифицированную символику, обозначим СМО следующим образом M | G | M | I.

Процесс изменения интенсивности обслуживания предполагает наличие на одном интервале времени скорости передачи C_1, а на другом интервале времени скорости $C_2 > C_1$.

Переходя к преобразованию Лапласа (ПЛ) плотности распределения вероятностей (ПРВ) времени пребывания в системе с переменной производительностью M | G | M | I, можно записать ПЛ ПРВ:

$$L(s, \mu_i) = \pi_1 L(s, \mu_1) + \pi_2 L(s, \mu_2)$$

где π_1 – финальная вероятность того, что система имеет производительность C_1 (интенсивность обслуживания μ_1); π_2 – финальная вероятность того, что система имеет производительность C_2 (интенсивность обслуживания μ_2); $L(s, \mu_1)$ – ПЛ ПРВ времени пребывания в системе M | C | I при интенсивности обслуживания μ_1; $L(s, \mu_2)$ – ПЛ ПРВ времени пребывания в системе M | C | I при интенсивности обслуживания μ_2.

Переходные вероятности процесса изменения производительности определяются из системы дифференциальных уравнений, которая сводится к линейному неоднородному дифференциальному уравнению первого порядка [1].

Переходные вероятности записываются в виде:

$$\pi_{11}(\tau) = \frac{\beta}{\alpha+\beta} + \frac{\alpha}{\alpha+\beta}\exp[-(\alpha+\beta)\tau]$$

$$\pi_{12}(\tau) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta}[1 - \exp[-(\alpha+\beta)\tau]]$$

$$\pi_{21}(\tau) = \frac{\beta}{\alpha+\beta}[1 - \exp[-(\alpha+\beta)\tau]]$$

$$\pi_{22}(\tau) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} + \frac{\beta}{\alpha+\beta}\exp[-(\alpha+\beta)\tau],$$

где α – интенсивность процесса изменения производительности ($C_1 \to C_2$, $\mu_1 \to \mu_2$), в сторону возрастания; β – интенсивность процесса изменения производительности ($C_2 \to C_1$, $\mu_2 \to \mu_1$), в строну убывания.

Значения финальных вероятностей функционирования системы в различных режимах определяются из выражений для переходных вероятностей при $\tau \to \infty$.

В установившемся режиме переключений для СМО вида M | G | M | I ПЛ ПРВ времени пребывания в системе определяются следующим выражением:

$$L(s, \mu_i) = \frac{\beta}{\alpha+\beta}L(s, \mu_1) + \frac{\alpha}{\alpha+\beta}L(s, \mu_2)$$

Учитывая выражение для ПЛ ПРВ времени пребывания кадра в системе M | G | I получим:

$$L(s, \mu_i) = \frac{\beta}{\alpha+\beta}B_s(s)\frac{s(1-\rho_1)}{s-\lambda+\lambda B_1(s)} + \frac{\alpha}{\alpha+\beta}B_s(s)\frac{s(1-\rho_2)}{s-\lambda+\lambda B_2(s)}. \quad (*)$$

Таким образом, получено выражение ПЛ ПРВ времени пребывания в системе M | G | M | I при марковском процессе управления изменением производительности. Первая и вторая производные от выражения (*) дают первый и второй момент длины очереди в буферном накопителе.

В качестве примера определим среднюю длину очереди в системе M | M | M | I. Эту характеристику определим на основе формулы (*) для $L(s, \mu_i)$:

$$L(s, \mu_i) = \frac{\rho_{экв}}{1-\rho_{экв}} - \frac{\rho_1\pi_2 + \rho_2\pi_1}{1-\rho_{экв}},$$

где $\rho_{экв} = \rho_1 + \rho_2 - \rho_1\rho_2, \rho_1 = \frac{\lambda}{\mu_1}, \rho_2 = \frac{\lambda}{\mu_2}$.

Список литературы

[1] *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН НА БАЗЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ТРАНСПОРТНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ. Наукоемкие технологии, 2018, № 9, С. 9-13.

[2] *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* МЕТОДИКА ВЫВОДА ЗАКОНА ГУКА ИЗ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. ИЗВЕСТИЯ ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. Технические науки, 2018, № 2, С. 404-409.

[3] *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ

МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ. Пат. № 2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4] *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* УМНЫЙ ПОДКЛЮЧЕННЫЙ ПРОДУКТ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ЭЛЕМЕНТ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ. Наукоемкие технологии, 2018, т. 19, № 9. С. 14-20.

[5] *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* ИНДИКАТОР НЕМАТЕРИАЛЬНЫХ АКТИВОВ В ОЦЕНКЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРЕДПРИЯТИЯ. Наукоемкие технологи, 2017, № 6, с. 39-44.

[6] *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство, Москва, изд-во Сколково, 2017, с. 80.

[7] *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛОГИЧЕСКИХ, ФИНАНСОВЫХ, ТРАНСПОРТНО-КИНЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Вестник университета, 2007, № 7, с. 139-149.

[8] *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА. Наукоемкие технологии, 2017, т. 18, № 7, с. 22-31.

[9] *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В ПРОМЫШЛЕННО РАЗВИТЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ. Наукоемкие технологии, 2019, т. 20, № 2, с. 66-73.

[10] *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* КИНЕМАТИКА РАННИХ СТАДИЙ РАСПАДА В РАЗБАВЛЕННОМ ОЦК-СПЛАВЕ FE-CU-NI-AL: MC + MD-МОДЕЛИРОВАНИЕ. Физика твердого тела, 2019, т. 61, № 4, с. 724-731.

[11] *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПАТЕНТОВ ПО БЕЗРАКЕТНОМУ ЗАПУСКУ ГРУЗОВ И ПАССАЖИРОВ В КОСМОС. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, № 2 (24). с. 6-15.

[12] *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[13] *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* СПОСОБ ЦИКРУЛЯЦИОННОГО АЗОТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[14] *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[15] *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* HEAT-REMOVING AND EMITTIMG COMPOSITIONS BASED ON W AND PD POWDERS: A STUDY OF THE PRODUCTION PROCESSES AND STRUCTURES. Metal Science and Heat Theatment, 2018, т. 60, № 3-4, с. 200-205.

[16] *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПРОБОЕ ТВЕРДОГО ДИЭЛЕКТРИКА. Электромагнитные волны и электронный системы, 2018, т. 23, № 6, с. 25-29.

[17] *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ДЛЯ ПРОБОЯ ПРОМЕЖУТКА "ВОЗДУХ – ТВЕРДЫЙ ДИЭЛЕКТРИК". Электромагнитные волны и электронный системы, 2018, т. 23, № 8, с. 46-52.

[18] *Устинов И.К., Волков А.В., Шестерина Е.А., Коржавый А.П.* СУЩЕСТВЕННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ. Электромагнитные волны и электронный системы, 2018, т. 23, № 5, с. 49-55.

[19] Коржавый А.П., Прасицкий Г.В. СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПСЕВДОСПЛАВОВ ВОЛЬФРАМ-МЕДЬ. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[20] *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПСЕВДОСПЛАВОВ МОЛИБДЕН-МЕДЬ. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[21] *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВЕТРА. патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[22] *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* INCREASING THE STRENGTH OF THE DEPOSITS OF TITANIUM ALLOYS USING RODS PROCESS BY MICROARC OXIDATION. Welding International, 2017, т. 31, № 12, с. 964-968.

Сергеев Леонид Андреевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: l.a.sergeev@yandex.ru

Амеличев Глеб Эдуардович - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Силаева Наталья Альбертовна - старший преподаватель, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

А.Н. Налисник, Д.В. Артемов, И.Н. Овчаренко

ВАРИАНТ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ «НЕТЕРПЕЛИВЫХ» ПАКЕТОВ

В ряде случаев, например, при пакетной передаче речи, требуется обеспечить достаточно малую задержку и при этом, благодаря избыточности информации допустимо потерять часть пакетов. Такой способ передачи называют передачей «нетерпеливых пакетов. Передача «нетерпеливых» пакетов в системе со случайным множественным доступом (СМД) впервые была рассмотрена Б.С. Цыбаковым и Н.Д. Введенской. При этом предполагалось, что с вероятностью q пакет, попавший в конфликт, отказывается от дальнейшей передачи и теряется, а с вероятностью (1 – q) продолжает оставаться в системе и подчиняться алгоритму СМД.

В данном докладе подход видоизменяется следующим образом.

Будем рассматривать синхронную систему СМД с бесконечным числом абонентов, которые порождают пуассоновский поток пакетов интенсивности λ. Ограничимся рассмотрением алгоритмов, которые работают сеансами. В каждом окне сеанса передаются все пакеты, поступившие в систему в течение некоторого отрезка времени. Верхнюю границу отрезка обозначим через b_i(t), а нижнюю через a_i(t), где i – номер по порядку сеанса от начала работы системы, а t – номер окна в сеансе. К началу каждого окна границы отрезка переопределяются в соответствии с инструкциями, которые приводятся ниже. В инструкциях через b_i(t) в стек, а через (s) → b_i(t) – операция присвоения величине b_i(t) значения, извлечённого из стека.

Инструкция определения границ отрезка.

1. Если в окне t конфликт, то b_i(t) → (s), b_i(t+1)=(b_i(t) + a_i(t)) / 2.
2. Если в окне t успешная передача, то a_i(t+1)= b_i(t), (s) → b_i(t+1).
3. Если окно t пустое, а в последнем непустом окне успешная передача, то a_i(t+1)= b_i(t), (s) → b_i(t+1).
4. Если окно t пустое, а в последнем непустом окне конфликт, то a_i(t+1)= b_i(t), b_i(t+1)=(b_i(t) + a_i(t)) / 2.

Если в процессе выполнения инструкций необходимо выполнить операцию извлечения из стека, а он пуст, то это свидетельствует о конце сеанса. Границы отрезка для первого окна следующего сеанса определяются так: b_{i+1}(1) = min(a_{i+1}(1) + s, T), a_{i+1}(1) = b_i(1), где T – текущий момент времени, а s – параметр алгоритма.

Из приведённых инструкций следует, что все пакеты, которые передавались в некотором сеансе и не получили успешную передачу до его конца, будут потеряны. Другими словами, теряются пакеты, достигающие «дна» стека, что и обеспечивает удаление из системы наиболее старых пакетов.

Можно показать, что при глубине стека, равной ∞, мы получим алгоритм без потерь, а именно, динамический стек алгоритм.

Введём в рассмотрение следующие характеристики: R – скорость алгоритма, т. е. та предельная интенсивность входного потока, при которой средняя задержка успешно переданных пакетов конечна, $\lambda_1(\lambda)$ и $\lambda_2(\lambda)$ – интенсивности потока успешно переданных и потерянных пакетов. Обозначим через T(x) и Z(x) среднее число окон и среднее число успешно переданных пакетов в сеансе при условии, что среднее число пакетов, передававшихся в первом окне сеанса, равно x.

Можно показать, что при любом значении параметра алгоритма s справедливы следующие утверждения.

1) Скорость алгоритма R является корнем уравнения: R=sR/T(sR).

2) При $\lambda < R$ имеет место равенство: $\lambda_1 = Z(sR)/s$, $\lambda_2 = \lambda - \lambda_1$.

В табл. 1 приведены значения доли потерянных пакетов для алгоритмов с различной глубиной стека при предельной интенсивности входного потока и значения R. Значения для глубины стека 1 и ∞ получены численным путём, для глубины 2 и 3 функции T(x) и Z(x) строились на основе имитационного моделирования.

Таблица 1

Глубины стека	1	2	3	∞
s	2.607	2.69	2.714	2.71
R	0.547	0.491	0.472	0.462
(R) / R	0.384	0.373	0.297	0.0

На основе имитационного моделирования было проведено сравнение по задержке алгоритмов с потерями и без потерь. При интенсивности входного потока в диапазоне 0.2 – 0.3 алгоритмы с потерями обеспечивают более низкую среднюю задержку, а доля потерянных пакетов незначительна. Например, при $\lambda = 0.3$ алгоритм с потерями при глубине стека 1 обеспечивает задержку приблизительно в 1,5 раза меньшую, чем известный алгоритм дробления, а доля потерянных пакетов составляет приблизительно 2%.

Таким образом, предложенный в докладе метод передачи нетерпеливых пакетов позволяет обеспечить устойчивую работу при $\lambda > 0.5$. Кроме того, удаётся получить меньшую среднюю задержку.

Список литературы

[1]. Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л. Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, № 9, с. 9-13.

[2]. Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К. Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

[3]. Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П. Способ получения защитных покрытий на поверхности

металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

[4]. Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В. Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

[5]. Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В. Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

[6]. Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б. Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л. Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

[8]. Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В. Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

[9]. Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П. Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

[10]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[15]. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production

processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

[17]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

[18]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[20]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[21]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[22]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

Налисник Алексей Николаевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: mkumum12@mail.ru

Артемов Денис Вячеславоич - студент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_mgtu_fiz@mail.ru

Овчаренко Игорь Николаевич - ассистент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ino1963@yandex.ru

Н.Д. Удалов, А.Л. Лысенко, А.К. Горбунов

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КАНАЛОВ

Под оценкой качества канала связи следует понимать любые измерения характеристик канала, позволяющие оценить степень пригодности канала для передачи информации. В такой постановке задача оценки качества канала может быть сведена к задаче оценки качества передачи информации. Вопросам оценки качества каналов связи и качества передачи дискретной информации посвящена обширная литература, включающая как монографии, так и журнальные статьи.

Измерения с целью определения качества канала могут осуществляться в дискретном и непрерывном канале, свободной и занятом передачей информации.

Категорией измерений, все шире внедряемых в практику, являются измерения, осуществляемые в адаптивных системах. Они должны проводить за достаточно короткие промежутки времени и, как правило, на занятых канала. Оцените эффективности такого рода измерений и посвящена настоящая работа.

Не останавливаясь подробно на критериях, используемых для оценки качества каналов, заметим лишь, что чаще всего качестве обобщенной оценки качества канала связи берётся средняя вероятность ошибки на элемент $P_{ош}$. Такая оценка характеризует качество дискретного канала и определяется как характеристиками канала связи, так и методом передачи и приема дискретной информации.

Определение оценки $P_{ош}$ возможно путем измерений в дискретном и аналоговом канале или одновременно в обоих. При измерениях в аналоговом (непрерывном) канале используется статическая связь между ошибками и помехами. При измерениях в дискретном канале для определения $\hat{P}_{ош}$ подсчитывается на интервале анализа число ошибочно принятых элементов (ошибочно принятых кодовых комбинаций). Наиболее распространен метод, когда по каналу предается, известна испытательная последовательность, сравниваемая на приемном конце с эталонной. Этот метод имеет следующие недостатки: большое время измерения, занятие канала на время передачи испытательного текста, сложность измерительного оборудования. Кроме того, получаемая таким образом оценка $P_{ош}$ не всегда может быть использована для определения $P_{ош}$ при другом методе приема и передачи.

К другой группе методов определения $\hat{P}_{ош}$ относятся методы, основанные на использовании следующего соотношения:

$$P_{ош} = \int_{\Omega_Y} P(\frac{H}{Y})\omega(Y), \qquad (1)$$

где Y-вектор контролируемого сигнала или наблюдаемой помехи; $P(\frac{H}{Y})$ – условная вероятность неправильного приема; $\omega(Y)$ – плотность распределения Y.

На основе (1) можно записать следующий алгоритм оценки качества канала для случая, когда область контроля разбивается на L подмножества, для каждого из которых определены вероятности $P^L(H/Y)$

$$\hat{P}_{ош} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{L} P^1(H/Y)n_i. \qquad (2)$$

Здесь N-объем выборки; n_i- число попаданий Y в i-е подмножество.

Логическим развитием рассмотренных методов оценки являются методы, основные на использовании комбинированной оценки сигналов

$$\hat{P}_{ош} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{L} P^1(H/Y)n_i, \qquad (3)$$

где E – последовательность ошибок на интервале анализа. В качестве последней может быть использована последовательность ошибок, найденная в процессе декодирования.

В основу алгоритма оценки $P_{ош}$ могут быть также положены оценки снизу и сверху выражений для $P_{ош}$.

Для оценки эффективности рассматриваемых алгоритмов используем в качестве критерия сравнения объем выборки, требуемый для достижения той или иной величины дисперсии оценки. Сравним по этому показателю алгоритм, определяемый (2) с текстовым, основанным на передаче в канал известной испытательной последовательности. Пусть $\mathcal{L}$ - отношение объемов выборок при заданной дисперсии для тестового и бестесового метода. Тогда можно доказать следующее утверждение.

Пусть $\omega_1(y)$ и $\omega_0(y)$ - известные унимодальные плотности распределения контролируемых сигналов при переда 1 и 0 соответственно. Тогда оценка сверху для отношения объемов выборок при заданном значении дисперсии оценок

$$\mathcal{L} < \frac{1 - 2P_{ош}}{2[1 - P_{ош}]}.$$

Часто число градаций качества выбирается равным двум (L=2). Для этого случая можно доказать следующее утверждение. Пусть P(H/y_1) и P(H/y_2)- вероятности неправильного приема для $y \in \Omega_1$и $y \in \Omega_2$ соответственно, причём $\Omega_1 \cup \Omega_2$=Ω и пусть P_1 и P_2- вероятности попадания контролируемого сигнала y в области Ω_1 и Ω_2. Тогда существует такое значение $P_1^*(P_2^* = 1 - P_1^*)$ или такой диапазон P_1, в котором $\mathcal{L} < 1$.

Отметим, что использование выражения вида (2) для определения $P_{ош}$ имеет следующие два важных преимущества перед оценкой, основанной на использовании результатов анализа принятой тестовой последовательности: достигается выигрыш во времени анализа при заданной дисперсии оценки, не занимается канал на время оценки.

Список литературы

[1]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твердого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №6. С. 25-29.

[2]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Расчет напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух-твердый диэлектрик. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №8. С. 46-52.

[3]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т.19. №9, с. 14-20.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т.18. №7.С.22-31.

[5]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[6]. *Брокмиллер Н.*Н., *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[7]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК- сплаве FE-CU-NI-AL: MC+MD- моделирование. Физика твердого тела. 2019. Т.61. №4. С.4. 724-731.

[8]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9,с.9-13.

[9]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[10]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[11]. *Критская А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с.404-409.

[12]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологии, 2017, №6, с.39-44.

[13]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета, 2007. №7.С.139-149.

[14]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность начно-образовательных центров, функционирующий в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии. 2019. Т.20 №2. С.66-73.

[15]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пит. №2655399, Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[16]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерд Н.Д.* Анализ перспективных потентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). С.6-15.

[17]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[18]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[19]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавин А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №5. С. 49-55.

[20]. *Шкилев В.Д., Коржавй А.П, Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638708 14.11.2016.

Удалов Никита Дмитриевич – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: nikeudalov@gmail.com

Лысенко Андрей Леонидович - доцент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

А.Ю. Богомолов, А.Р. Крицкая

ВЫБОР ЧАСТОТ ОПРОСА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

В многомерных системах обработки информации возникает проблема рационального выбора частот опроса, измерительных устройств.

Выбор частот опроса измерительных устройств F_i может быть основан на выполнении соотношения:

$$\sum_{i=1}^{k} F_i N_i \le V, \tag{1}$$

где V - скорость счета; N_i - число стандартных операций, приходящихся на обработку одного измерения i-го параметра при данном алгоритме обработки; i - номер измеряемого параметра, $i = 1, 2 ... K$.

В условиях избыточности представляется целесообразным извлечение максимальной информации о сигнале. В качестве критерия оптимальности может быть принят максимум среднего количества информации, получаемого из измерений в единицу времени, что соответствует, при некоторых допущениях, критерию достижения заданного количества информации I о состоянии объекта за минимальное время.

Условие выбора вектора частот опроса F_i может быть представлено в виде:

$$\begin{cases} \dfrac{\Delta I(\overline{N}, \overline{F}, \overline{T})}{T} \to \max(\overline{F}); \\ \sum\limits_{i=1}^{k} F_i N_i \le V; \qquad 0 \le F_i \le F_{ik}. \end{cases} \tag{2}$$

где F_{ik} – максимальная частота опроса i-го параметра, определяемая режимом работы коммутатора.

Среднее количество информации, полученное в единицу времени от измерений i-го параметра, при допущении статистической независимости измерений, будет равно:

$$\frac{\Delta J_i(T)}{T} = C_i F_i; \tag{3}$$

где F_i – выбираемая частота опроса; C_i – информативная ценность параметра, зависящая от его динамических и статических свойств. Тогда условие выбора частот опроса может быть записано:

$$\begin{cases} \sum\limits_{i=1}^{K} C_i F_i \longrightarrow \max(\overline{F}); \\ \sum\limits_{i=1}^{K} N_i F_i \le V, 0 \le F_i \le F_{iK}. \end{cases} \tag{4}$$

Определение максимизируемой функции для статически независимых измерений может быть проведено с помощью метода динамического программирования на основе уравнения [2]:

$$\Phi_i(y) = \max[\Phi_{i-1}(y - F_i N_i) + C_i F_i];$$
$$0 \le X_i \le y; \qquad (5)$$
$$0 \le y \le V.$$

где $\Phi_i(y)$ – оптимизируемая функция; y – аргумент, характеризующий затраты интегрального ограничения;

$$X_i = F_i N_i;$$

Использование уравнения (5) позволяет распределить ресурс времени на обработку информации в соответствии с оперативностью параметров и их информационной ценностью.

При выборе частот опроса необходимо учитывать коррелированность измерений на некотором интервале времени τ_0.

Рассмотрим пример, когда измеряемый сигнал представляет собой аддитивную смесь стационарных, некоррелированных между собой сигнала $X(t)$ и помехи $f(t)$. Корреляционная функция $R(\triangle t)$, зависящая от частоты опроса $F_i = 1/\triangle t$, может быть задана:

$$R(\triangle t_i) = D_i e^{-1/T_i F_i} \qquad (6)$$

где D_i – заданный уровень дисперсии сигнала; T_i – постоянная времени, характеризующая частотный спектр сигнала, $\alpha_i = 1/T_i$.

Показано, что при нормальных законах распределения полезного сигнала и помехи выражение (3) с учетом корреляции в ограниченном числе замеров сигнала примет вид:

$$\frac{\triangle J(T)}{T} = \frac{F_i}{2n}\log_2\left(\frac{D_{xi}}{D_{fi}}+1\right)^n \left\{1-(n-1)\left[\frac{\left(\frac{D_{xi}}{D_{fi}} e^{\frac{-dx_i}{F_i}} + e^{\frac{-df_i}{F_i}}\right)}{\left(\frac{D_{xi}}{D_{fi}}+1\right)^2} - e^{\frac{-2fx_i}{F_i}}\right]\right\} \qquad (7)$$

где n = 1, 2 ,3 ,4.

Информационная характеристика при отсутствии корреляционной связи в замерах имеет вид:

$$\frac{\triangle J(T)}{T} = \frac{F_i}{2n}\log_2\left(\frac{D_{xi}}{D_{fi}}+1\right) \qquad (8)$$

Характер зависимости информационно характеристики от частоты опроса измерительных устройств представлен на рис. 1. Прямая *1* соответствует приросту информации от частоты без учёта коррелированности отдельных размеров, кривая *2* – с учётом корреляции замеров в четырёх соседних точках. Как видно из рисунка при достижении некоторой частоты $F_{гр}$ происхо-

дит уменьшение прироста информации, связанное с появлением корреляционной зависимости замеров, и дальнейшее увеличение частоты опроса датчиков нецелесообразно.

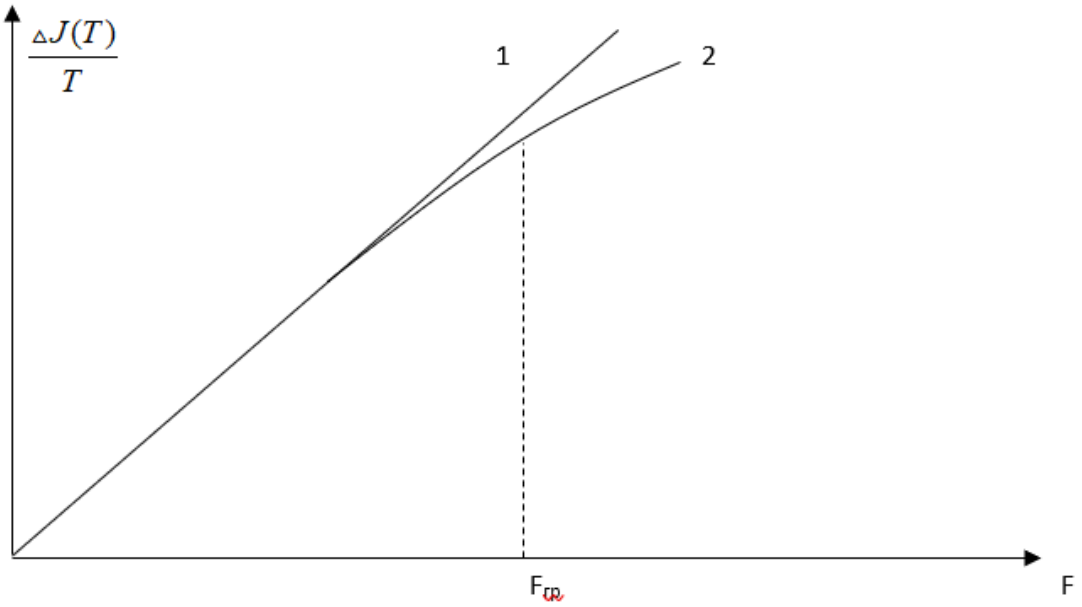


Рис. 1

Используя данные о динамичности различных сигналов можно определить на основании выражения (7) те точки, которые будут давать наибольшие изменения в информационных характеристиках, а затем, используя соотношения (4) и (5), найти оптимальные значения частот опроса, удовлетворяющие решению поставленной задачи.

Очевидно, что наиболее динамичные точки должны опрашиваться чаще. Конкретный характер частот опроса зависит от динамических характеристик измеряемых сигналов, соотношения дисперсий сигнала и шума D_{xi}/D_{fi}, характеристик частотного диапазона сигнала a_{xi} и шума a_{fi}, заданной скорости отсчёта вычислительной машины V и затрат на математическую реализацию алгоритма обработки Ni.

Предлагаемый метод выбора частот опроса измерительных устройств по информационному критерию позволяет учесть информационную ценность параметров и оценить ее в условиях избыточности, а также обеспечить максимальную пропускную способность в обработке измерений при соблюдении условия оперативности обработки.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерго-

технологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 , Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. № 9. С. 14-20

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44.

[6]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов Вестник университета. 2007. № 7. С. 139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. № 7. С. 22-31.

Богомолов Андрей Юрьевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kt1895@mail.ru

Крицкая Анна Рудольфовна - доцент кафедры «Высшая математика и физика», канд. пед. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: anna_kritskaya69@list.ru

К.Ю. Банный, А.Л. Лысенко, Н.С. Филянин

ДЕКОДИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ

При построении мажоритарных схем декодирования для кодов, имеющих системы квазиразделенных проверок, возникает, так называемая, проблема «ортогонализации».

Известные способы определения информационных символов в мажоритарном декодере не позволяют решить эту проблему в общем случае, даже для циклических кодов. Способ разделения в несколько шагов, основанный на построении необходимого количества мажоритарных проверок для каждого шага, не имеет общего алгоритма и во многих случаях неприменим.

Второй способ связан с решением систем линейных уравнений в поле $GF(q)$. Предположен алгоритм разделения систем квазиразделенных проверок для мажоритарных $M(n, K)$ – кодов, построенных с помощью конечных геометрий.

Ниже рассматривается алгоритм разделения, который применим для всех циклических кодов, имеющих системы квазиразделенных проверок.

Выходная последовательность решающего мажоритарного элемента при декодировании системы квазиразделенных проверок имеет вид

$$C(x) \equiv a(x)R(x) mod\, x^n - 1 \qquad (1)$$

В этом соотношении $a(x)$– входная последовательность. $R(x)$ – полином, который описывает линейное преобразование, осуществляемое декодирующей схемой.

Решение этого сравнения относительно $a(x)$ позволяет выделить информационные символы для любого циклического кода, имеющего систему квазиразделенных проверок.

Сравнение (1) имеет q^{γ} решений, где γ – степень наибольшего общего делителя $R(x)$ и $\frac{x^n-1}{q(x)}$, $q(x)$ – генераторный полином циклического кода. Таким образом, сложность и алгоритм решения этого сравнения зависят от конкретного кода и системы проверок. Коды, для которых степень γ невелика, декодируются схемой, алгоритм построения которой основан на решении линейных уравнений.

Ко второй группе относятся коды, у которых степень НОД $(R(x), \frac{x^n-1}{q(x)})$ велика. В этом случае применим алгоритм ступенчатого декодирования.

Рассмотрим циклический (n, K_s) – код A_s, имеющий систему квазиразделенных проверок. Каждая проверка системы включает символы с номерами $i_1, i_2, \ldots, i_N$. Пусть $h_s(x)$ – проверочный и $q_s(x) = \frac{x^n-1}{x^{K_s} h_s(x^{-1})}$ – генераторный полиномы кода A_s. Пусть $N_s(x)$ – полином, ассоциированный с вектором q_s,

входящим во все проверки системы, тогда полином $C_s(x)$ можно представить в виде

$$C_s(x) \equiv a_s(x)N_s(x^{-1}) mod\, x^n - 1.$$

Чтобы применить алгоритм ступенчатого декодирования, требуется определить параметры кода и найти систему проверок на каждой ступени декодирования. Для произвольных циклических кодов проверочный и генераторный полином на следующей ступени декодирования можно определить следующим образом

$$h_{S-1}(x) = HOD\left(h_s(x),\ N_s(x)\right),$$

$$q_{S-1} = \frac{x^n - 1}{x^{K_{S-1}} h_{S-1}(x^{-1})},$$

где K_{s-1} – число информационных символов кода A_{s-1}.

Для построения систем проверок на каждой ступени декодирования воспользуемся алгоритмом, представленном в [2].

<u>Определение 1.</u> Будем говорить, что циклический (n, K) – код, инвариантный относительно группы перестановок P, является разделенным параметром разделения δ, если множество $N(a^*) = \{0\}$ состоит из одного нулевого элемента и величина удовлетворяет условиям леммы, доказанной в [2].

<u>Определение 2.</u> Будем говорить, что циклический (n, K) – код, инвариантный относительно группы перестановок P , является квазиразделенным относительно множества $N(a^*)$ с параметром квазиразделения $\delta\left(N(a^*)\right) = \delta$, если величина δ удовлетворяет условиям леммы в [2].

Пусть $q_s^{(0)}$ – вектор инцидентности множества индексов $N_s(a_s{}^*)$ относительно которого можно построить систему квазиразделенных проверок на S – ступени декодирования.

<u>Теорема.</u>

Пусть $A_0 \subset A_1 \subset \cdots \subset A_s$ – последовательность циклических кодов, вложенных друг в друга, т.е. генераторный полином $q_i(x)$ кода $A_i, i = 0,1,\dots,S$, делит генераторный полином $q_j, j \leq i$, и квазиразделенных относительно множеств $N_0(a_0{}^*), N_1(a_1{}^*), \dots, N_s(a_s{}^*)$ с параметрами квазиразделения $\delta_0\left(N_0(a_0{}^*)\right), \delta_1\left(N_1(a_1{}^*)\right), \dots, \delta_s\left(N_s(a_s{}^*)\right)$ соответственно. Причем эта последовательность такова, что $N_s(a_s{}^*) \subset E(a^*), N_{i-1}(a_{i-1}{}^*) \subset N_i(a_i{}^*), i = 1, \dots, S,$ и $N_0(a_0{}^*)$ - одноэлементное множество.

Тогда A_S – есть циклический код, декодируемый мажоритарно с реализуемым расстоянием

$$\delta \geq \min \delta_i\left(N_i(a_i{}^*)\right), i \in \{0, \dots, S\}$$

Доказательство теоремы следует из леммы, доказанной в [2] и определений 1 и 2.

Для построения схемы декодирования определяются базисные элементы на каждой ступени декодирования. Методика их определения аналогична для проективных $\mathcal{M}(n, K)$ – кодов.

Процедура декодирования рассматриваемых здесь циклических кодов, может иметь отличие от процедуры декодирования $\mathcal{M}(n, K)$ – кодов. Это отличие заключается в том, что для декодирования информационных символов различных ступеней могут потребоваться свои декодирующие схемы. Выбором соответствующей системы проверок на первом шаге декодирования можно упростить схему декодирующего устройства, используя для построения систем проверок на каждой ступени декодирования предыдущую путем выбрасывания части символов.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии, 2018, Т. 19, №9, с.14-20.

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44.

[6]. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета, 2007, №7, с. 139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии, 2017, Т. 18, №7, с. 22-31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

[10]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2, с 6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Пат. №2675865 Российская Федерация, опубл. 13.12.2017.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Пат. № 2650650 Российская Федерация, опубл. 01.11.2016.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. № 2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[15]. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы, 2018, Т.23, №6, с. 25-29.

[17]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы, 2018, Т.23, №8, с. 46-52.

[18]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы, 2018, Т.23, №5, с. 49-55.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Пат. № 2607478 Российская Федерация, опубл. 08.09.2015.

[20]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Пат. № 2628233 Российская Федерация, опубл. 23.11.2016.

[21]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Пат. № 2638232 Российская Федерация, опубл. 01.11.2016.

[22]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International, 2017, T.31, № 12, c. 964-968.

Банный Кирилл Юрьевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kimorion@ya.ru

Лысенко Андрей Леонидович - доцент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: baldqwest@mail.ru

Филянин Никита Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: famely.FSA@yandex.ru

Е.К. Кухтина, И.Н. Овчаренко

ДЕЛЬТА-МОДУЛЯЦИЯ С СОКРАЩЕНИЕМ ИЗБЫТОЧНОСТИ

Дельта-модуляция широко применяется для получения сжатого цифрового представления аналоговых сигналов. С целью сокращения избыточности используются адаптивные дельта-модуляторы, учитывающие особенности структуры кодируемых сигналов. Например, при низкоскоростном кодировании речевых сигналов обычно используются такие особенности речи, как нестационарность, неравномерность спектров (форматная структура), квазипериодичность с частотой основного тона и др. При этом алгоритмы кодирования и соответствующие устройства оказывается весьма сложными. Кроме того, дельта-модуляторы, рассчитанные на кодирование сигналов одного типа, например, на кодирование речевых сигналов, при работе с сигналами другого типа, например, сигналами передачи данных, резко ухудшают свои характеристики. Проблема создания достаточно простого универсального дельта-кодека, одинаково хорошо работающего с сигналами разного типа, весьма актуальна.

В настоящей работе исследуется двухэтапная процедура сокращения избыточности. На первом этапе кодируемый аналоговый сигнал преобразуется в цифровую форму с помощью сравнительно простого дельта-модулятора, который работает с повышенной тактовой частотой и благодаря этому обеспечивает достаточно высокую точность кодирования сигналов различного типа. На втором этапе осуществляется сокращение избыточности выходной двоичной последовательности дельта-модулятора путем предсказания очередных символов последовательности по предыдущим и кодирования ошибок предсказания. Эффективность двухэтапной процедуры сокращения избыточности в значительной степени определяется точность предсказания. Адаптивный нелинейный предсказатель может быть реализован в виде устройства, содержащего дельта-модулятор (ДМ), сдвиговый регистр (СР) и ОЗУ с памятью устройства 2’’m-разрядных слов, сумматор по модулю два С1 и сумматор С2.

Устройство работает следующим образом. Входной сигнал S(t) преобразуется с помощью дельта-модулятора ДМ в двоичную импульсную последовательность x(t), следующую с тактовой частотой R и принимающую значения 0 и 1. Эта последовательность поступает в сдвиговый регистр СР. Записанные в СР значения x(t-1), x(t-2), … , x(t-n) выводятся на адресные шины ОЗУ и задают адрес ячейки, к которой производится обращение в момент времени t.

В ячейки ОЗУ с адресами x_1, x_2, … , x_n записываются m-разрядные числа $h_t(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, знаки которых (0 в знаковом разряде соответствует плюсу, 1 – минусу) определяют вид предикативной функции. Если в момент времени t производится обращение к ячейке с адресом x(t-1), x(t-2), … , x(t-n) и в этой ячейке содержится число h_t[x(t-1), x(t-2), … , x(t-n)], то предсказан-

ное значение $x^*(t)=0,5-0,5\mathrm{sgn}h_t[x(t-1), x(t-2), \dots , x(t-n)]$. В сумматоре С1 предсказанное значение $x^*(t)$ складывается по модулю два с истинным значением $x(t)$. При правильном предсказании двоичные символы $E(t)$ на выходе сумматора С1 принимают нулевые значения, при ошибочных предсказаниях $E(t)$ равно единице.

В ходе работы числа $h_t(x_1, x_2, \dots , x_n)$ изменяются таким образом, чтобы минимизировать ошибку предсказания, то есть минимизировать число единиц в последовательности $E(t)$. С этой целью на каждом такте t производится извлечение из ячейки ОЗУ с адресом $x(t-1), x(t-2), \dots , x(t-n)$ числа $h_t[x(t-1), x(t-2), \dots , x(t-n)]$, преобразование этого числа в число $h_{t+1}[\ .\ ]= h_t[\ .\ ]-2[E(t)-0,5]h_t$ и запись нового числа в ячейку памяти с тем же адресом $x(t-1), x(t-2), \dots , x(t-n)$. Легко видеть, что при такой процедуре адаптации абсолютные значения чисел, записанных в соответствующие ячейки ОЗУ, при правильных предсказаниях увеличиваются на единицу (после достижения наибольшего значения 2^{m-1} дальнейшее увеличение абсолютных величин не производится), а знаки сохраняются. При неправильных предсказаниях абсолютные величины $| h_t[x(t-1), x(t-2), \dots , x(t-n)] |$ уменьшаются на единицу, а если абсолютная величина принимает значение ноль, то происходит изменение знака предиктивной функции при данном значении аргумента. Операция преобразования $h_t[x(t-1), x(t-2), \dots , x(t-n)]$ и $E(t)$ в $h_{t+1}[x(t-1), x(t-2), \dots , x(t-n)]$ осуществляется с помощью суммирующего устройства С2.

В описанном устройстве могут быть реализованы перестраиваемые предиктивные функции произвольного вида от n-мерных двоичных переменных. На современных микросхемах сравнительно просто реализовать предсказание при n=14 - 16. Дальнейшее увеличение n связано с быстрым ростом сложности аппаратуры. При. работе с неперестраиваемыми предикативными функциями точность предсказания монотонно увеличивается с ростом n, однако скорость роста точности предсказания обычно максимальна при малых значениях n и уменьшается по мере увеличения n. Например, для варианта блочного кодирования, эффективность кодирования (отношение частоты появления единиц в последовательностях $x(t)$ и $E(t)$ при n=7 составило 2,33 , а при n=15 – 3,75.

При кодировании нестационарных сигналов с помощью перестраиваемых предиктивных функций $h_t(.)$ зависимость эффективности кодирования от параметра n имеет максимум. При малых значениях n эффективность мала из-за недостаточно полного использования предыстории процесса $x(t)$. При больших значениях n эффективность снижается из-за того, что необходимое время обучения предсказателя с большим объёмом ОЗУ оказывается больше периодов относительной стационарности процесса $x(t)$.

Экспериментальные исследования макеты устройства с n=8, m=5 на речевых сигналах при R=32 кбит/с показали, что средняя эффективность кодирования близка к 5. Это означает, что при использовании описанного устройства в асинхронно-адресной системе связи количество одновременно рабо-

тающих абонентов может быть увеличено примерно в 5 раз без расширения занимаемой полосы частот. При синхронной передаче средняя скорость передачи информации в канале связи может составлять 16 кбит/с, при качестве передачи, соответствующем скорости работы дельта-кодека 32 кбит/с. Однако при этом необходимо применять буферное запоминающее устройство с объёмом памяти в несколько килобит.

Список литературы

[1]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твердого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №6. С. 25-29.

[2]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Расчет напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух-твердый диэлектрик. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №8. С. 46-52.

[3]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т.19. №9, с. 14-20.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т.18. №7.С.22-31.

[5]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[6]. *Брокмиллер Н.*Н., *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[7]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК- сплаве FE-CU-NI-AL: MC+MD- моделирование. Физика твердого тела. 2019. Т.61. №4. С.4. 724-731.

[8]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9,с.9-13.

[9]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[10]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[11]. *Критская А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с.404-409.

[12]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологии, 2017, №6, с.39-44.

[13]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета, 2007. №7.С.139-149.

[14]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность начно-образовательных центров, функционирующий в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии. 2019. Т.20 №2. С.66-73.

[15]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пит. №2655399, Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[16]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерд Н.Д.* Анализ перспективных потентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). С.6-15.

[17]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[18]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[19]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавин А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №5. С. 49-55.

[20]. *Шкилев В.Д., Коржавй А.П, Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638708 14.11.2016.

Кухтина Елизавета Константиновна - студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E -mail: lisakukhtina@mail.ru

Овчаренко Игорь Николаевич - ассистент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ino1963@yandex.ru

А.В. Филиппова, Н.А. Силаева

ЖИВУЧЕСТЬ КАК ФУНКЦИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ В СЕТЯХ СВЯЗИ

Исследования живучести структурно-сложных систем находятся в такой стадии, когда не сложилось ни технического определения живучести, ни окончательного понимания того, какова область применения этого понятия. В то же время практика эксплуатации систем связи и других сложных технических систем в условиях экстремальных (например, сейсмических или ураганных) неблагоприятных воздействий (НВ) остро нуждается в технических и организационных рекомендациях, направленных на обеспечение функционирования этих систем (хотя бы и с пониженным качеством) в условиях НВ. Ясно, что обеспечение такого функционирования возможно лишь при наличии разных видов избыточности, когда оставшееся работоспособным оборудование берет на себя полностью или частично функции пораженного при НВ оборудования.

Но, если, скажем, в надежности хорошо известны преимущества и недостатки структурного или временного резервирования, то механизм влияния избыточности на живучесть совершенно не изучен. Настоящий доклад делает попытку отразить этот механизм в рамках одной модели живучести сети связи (СС).

Под живучестью (функциональной живучестью) СС в докладе понимается способность такой системы функционировать с требуемым качеством в условиях НВ, не предусмотренных регламентом ее нормальной эксплуатации. Живучесть системы может быть обеспечена за счет различного рода избыточности (нагрузочной, структурной, функциональной, алгоритмической, временной) при наличии специальных средств обеспечения живучести (в частности, средств реконфигурации). Та составляющая живучести, которая обеспечивается за счет структурной избыточности, далее будет называться структурной живучестью.

Рассмотрим двухполюсную СС, состоящую из узлов коммутации, соединенных линиями связи. Для нее Y-множество всевозможных состояний СС, характеризующихся отказом нуля, одного или нескольких элементов СС (таких состояний всего 2^N штук, где N-число элементов СС), и каждому состоянию $y_i \in Y$, $i=1, 2^N$ сопоставим значения скалярного показателя качества функционирования $D(y_i)$. Таким показателем может являться число кратчайших путей успешного функционирования между полюсами, производительность сети и др. Обозначим y_1-состояние, когда НВ не произошло, и все элементы работоспособны. Проанализируем живучесть такой СС при следующих допущениях, сформированных в рамках так называемой точечной модели живучести.

1. Допущения к НВ: а) точечная область действия; б) импульсная продолжительность действия; в) независимая стратегия НВ; г) НВ состоит из n r-кратных деформаций, за одну деформацию воздействию подвергается ровно

r элементов; д) существует полная информационная неопределенность на вид НВ. Согласно принципу «недостаточного основания» Бернулли-Лапласа и принципу «максимальной неопределенности» Гиббса-Джейнса, следует принять закон распределения деформаций по элементам равновероятным. Такое распределение отражает индифферентность природы, отсутствие у нее предпочтения одних НВ другим.

2. Допущения к системе: а) под элементом СС понимается та ее часть, геометрические размеры которой совпадают с масштабами элементарного воздействия в составе одной r-кратной деформации. Всего в системе N элементов; б) состояние y_i системы считается работоспособным, если $D(y_i)>D_в$, где $D_в=(1-\varepsilon)\ D(y_1)$ -верхняя недопустимая граница показателя качества функционирования, $0<\varepsilon\leq I$ (этот критерий работоспособности будем далее называть ε-критерием); в) средства обеспечения живучести в системе непоражаемы и идеально надежны; г) вторичные последствия в системе отсутствуют; д) стойкость элементов системы и НВ нулевая, т.е. подверженный НВ элемент однозначно поражается.

Живучесть оценим по показателям:

1) закон выживаемости системы по ε-критерию-условная вероятность того, что при возникновении события A_{nr} НВ в n r-кратных деформаций система останется работоспособной.

$$R_N(n,r,\varepsilon)=P\{D(y_i)>D_в|A_{nr}=>y_i\} \qquad (1)$$

2) среднее число НВ, приводящих к отказу системы:

$$\varpi_N(r,\varepsilon)=\sum_{n=0}^{\infty} R_n(n,r,\varepsilon) \qquad (2)$$

Решение аналогичной задачи анализа структурной живучести СС было предложено выше. Обобщим его на случай анализа функциональной живучести. Разобьем все множество состояний системы Y на классы G_u с равным числом пораженных элементов u. В каждом классе подсчитаем число $F(u,\ \varepsilon)$ работоспособных и $\Phi(u,\varepsilon)$ неработоспособных по ε-критерию состояний. Всего в классе G_u $\binom{N}{u}$ состояний, таких классов всего (N+1), и

$$F(u,\varepsilon)+\Phi(u,\varepsilon)=\binom{N}{u},u=0,N \qquad (3)$$

Неблагоприятное воздействие в n r-кратных деформаций дает $a_{Nnr}=\binom{N}{u}^n$ всевозможных вариантов возникновения состояний из Y. Из этого числа $a_F(N,n,r,\varepsilon)$ вариантов переводят систему в работоспособное состояние , а $a_ф(N,n,r,\varepsilon)$ - в неработоспособное.

Поскольку закон поражения равновероятный, то существует единственное разбиение числа a_{Nnr} по классам G_u , которое строится на основе взаимно обратных комбинаторных соотношений:

$$a_{Nnr}=\binom{N}{r}^n=\sum_{u=0}^{N}\binom{N}{u}\sum_{v=0}^{u}(-1)^{u+v}\binom{u}{v}\binom{v}{r}^n \qquad (4)$$

Данное разбиение влечет разбиение:

$$a_F(N,n,r,\varepsilon)=\sum_{u=0}^{N}F(u,\varepsilon)\sum_{v=0}^{u}(-1)^{u+v}\binom{u}{v}\binom{v}{r}^n \qquad (5)$$

Из соотношений (4) и (5) получим закон выживаемости (1):

$$R_N(n,r,\varepsilon)= a_F(N,n,r,\square)/a_{Nnr} = \binom{N}{r}^{-n} \sum_{u=0}^{N} F(u,\varepsilon) \sum_{v=0}^{u} (\ \ 1)^{u+v} \binom{u}{v} \binom{v}{r}^{n} \quad (6)$$

При подстановке (6) в (2) имеем:

$$\varpi\ (r,\ \varepsilon)= \binom{N}{r} \sum_{u=0}^{N} F(u,\varepsilon) \sum_{v=0}^{u} (-1)^{u+v} \binom{u}{v} / \left\{ \binom{N}{r} - \binom{v}{r} \right\} \quad (7)$$

Соотношения (6) и (7) отражают связь между живучестью и избыточностью, характеризующейся числами $F(U,\ \varepsilon)$, которые подсчитываются на основе полного перебора состояний с определением показателя качества функционирования в этих состояниях и сравнением его с $D_в$.

Чтобы использовать соотношения (6) и (7) для анализа структурной живучести системы, необходимо показателем качества функционирования $D(y_i)$, $y_i \in Y$ выбрать число кратчайших путей успешного функционирования между полюсами и положить $\varepsilon=1$, $D_в=0$.

Избыточность по-разному сказывается на надежности и на живучести систем, поскольку различна причина отказов: в случае надежности она внутренняя, а в случае живучести - внешняя. Это различие всецело определяет механизм формирования отказов элементов. В надежности отказ вызревает постепенно и является логическим следствием энтропийных процессов в материале элемента. В живучести: а) НВ имеет импульсный, внезапный характер; б) оно происходит либо вне зависимости от состояния системы (природные силы), либо привязано к вкладу подвергаемого НВ элемента системы в качество ее функционирования (активная среда, противодействующая целям функционирования системы); в) факт НВ на элемент не влечет с неизбежностью факт поражения (отказа) элемента, поскольку элемент может обладать стойкостью, т.е. не поражаться целиком, а частично деградировать по качеству при НВ. В особенности это справедливо тогда, когда элемент сам является системой элементов низшего уровня иерархии; г) НВ существенно более информационно не определено, нежели момент внутреннего отказа.

Указанные различия с необходимостью должны быть усвоены методически в живучестном проектировании. Тогда становится понятным совпадение живучести параллельных и последовательно-параллельных СС (при несовпадении их надежности).

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9,с.9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с.404-409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пит. №2655399, Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т.19. №9, с. 14-20.

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологии, 2017, №6, с.39-44.

[6]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета, 2007. №7.С.139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т.18. №7.С.22-31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность начно-образовательных центров, функционирующий в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии. 2019. Т.20 №2. С.66-73.

[10]. *Карькин И.*Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П. Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК- сплаве FE-CU-NI-AL: MC+MD- моделирование. Физика твердого тела. 2019. Т.61. №4. С.4. 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерд Н.Д.* Анализ перспективных потентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). С.6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П.,Герасимова Н.С, ХайченкоВ.Е,* патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017. Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.,* патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016. Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство его осуществления.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.,* патент на изобретение RUS2655399 04.03.2016. Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов.

[15]. *Prasitskii V.V Korzhavyi A.P., Prasitskii G.V. ,* Metal Science and Heat Treatment.2018.T.60.№ 3-4. C. 200-205. Heat-removing and emitting compositions based on wand pd powders: a study of the production processes and structures.

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т. 23№6.С.25-29. Исследование явления интерференции при электрическом пробое твердого диэлектрика.

[17]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т. 23№8 .С.46-52. Расчет напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух-твердый диэлектрик».

[18]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23 №5. С. 49-55. Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* патент на изобретение RUS 2607478 08. 09. 2015. Способ изготовления изделий из псевдосплавов вольфрам-медь.

[20]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* патент на изобретение RUS 2628233 23. 11. 2016. Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь.

[21]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[22]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.P., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Welding International. 2017. Т.31. №12. С. 964-968. Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation.

Филиппова Анастасия Вячеславовна - студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: anastasiafilippova18@yandex.ru

Силаева Наталья Альбертовна - старший преподаватель кафедры «Высшая математика и физика», канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: silaeva1968@list.ru

Н.А. Черевко, А.И. Чухраева, Н.А. Силаева, А.К. Горбунов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБЫТОЧНОСТИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Процесс функционирования системы управления комплектов связи состоит в выполнении задачи по обмену информацией между абонентами в соответствии с определенным алгоритмом работы, воздействием на объекты управления для обеспечения нахождения, ведения и окончания связи.

Для оценки управляющей системы в целом может быть использован так называемый критерий функциональной эффективности:

$$F = P/C \qquad (1)$$

где Р – требуемая вероятность выполнения задачи в заданных условиях функционирования системы; С – обобщенные затраты, т.е. совокупность ограничивающих факторов, используемых при разработке системы.

Вероятность выполнения системой задачи

$$\mathrm{P} = P(\text{П}/\text{Н}) * P(\text{Н}) * \mathrm{P}(\text{ПО}/\text{Н}) \qquad (2)$$

определяется произведением вероятностей:

- того, что в процессе выполнения задачи искажения сигналов не выйдут за допустимые пределы при условии надежной работы аппаратуры и правильного выполнения алгоритма;
- надежной работы аппаратных средств, определяемой как параметрами используемой элементной базы, так и организацией структуры управления;
- надежной работы средств программного обеспечения (ПО) пир условии надежной работы аппаратуры, т.е. устойчивости программ к возможным ошибкам в период эксплуатации в условиях реального масштаба времени.

Для повышения эффективного функционирования комплексов связи используется информационная, структурная и программная избыточность.

Информационная избыточность применяется для повышения достоверности передачи информации по каналам связи. При этом система управления правильного декорирования (помехоустойчивости) Р(П/Н) информаций, получаемой по каналам связи, определяется известным методом.

Наибольший выигрыш по сравнению с общим резервированием при уменьшении эксплуатационных затрат можно достичь при построении так называемой определенной структуры системы управления.

В такой структуре вероятность выполнения системой задачи определится через произведение вероятностей выполнения ряда подзадач, распределенных по своим подсистемам управления, т.е.

$$\mathrm{P} = \prod_{i=1}^{l} \mathrm{P}\left(\frac{\text{П}}{\text{Н}}\right)_i * P(\text{Н})_i * \mathrm{P}\left(\frac{\text{ПО}}{\text{Н}}\right)_i, \qquad (3)$$

где l - количество подсистем управления.

Следовательно, имеется реальная возможность провести высокую унификацию аппаратных и программных вычислительных средств и таким образом

существенно сократятся общие затраты на проектирование и производство системы управления.

При этом аппаратные средства целесообразно делать универсальными, но программно ориентируемыми на выполнение конкретной подзадачи (распределение вычислительных средств по функциональному признаку), є также типовые аппаратные средства назначать на выполнение одной и той же подзадачи для обеспечения требований по производительности (распределение вычислительных средств по нагрузке).

Однако оценить надежность функционирования такой системы пользованием резервирования на уровне подсистем значительно сложнее, т.к. исправность некоторого числа блоков, узлов, связей не будет влиять на отказ системы управления в целом.

Пусть системы состоит из m модулей, отказы которых независимы. Каждый модуль в момент времени t может находится только в одном из двух состояний:

- исправности с вероятностью $p_i(t)$,
- отказа с вероятностью $g_i(t) = 1 - p_i(t)$, тогда

$$P(t) = \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{\phi_j \in U} \prod_{\substack{i=1 \\ i \in \xi_i}}^{m} P_i(t) \prod_{\substack{i=1 \\ i \in \xi_i}}^{m} g_i(t) = \sum_{j=0}^{m-1} P(t)_i, \qquad (4)$$

где ξ_i – состояния, когда отказали модули i_1, i_2 или i_j

причем $i_1 < i_2 < i_3 < \ldots < i_j$; U – сумма исправных состояний; $P(t)_j$ – вероятность такого состояния системы, когда в момент времени отказали ровно j модулей, однако отказа системы не наступит.

Варьируя различными видами ведения избыточности, всегда имеется возможность составить блок-схему исправных состояний или качества функционирования системы и произвести ее оценку с целью получения наилучшей структуры резервирования.

Не менее важной проблемой достижения требуемой функциональной эффективности системы комплексов связи является обеспечение высокой надежности работы программных средств управления. ПО в отличие от аппаратуры не подвержено износу., надежность ПО полностью определяется его некорректной разработки, выявляются при использовании программ в условиях внешней среды и среды ее функционирования.

Ошибки ПО возникают в результате выявления некоторой уникальной (не предусмотренной разработчиком) последовательности входных данных, которая приводит выполнение программы к неверному выходному результату.

Для уменьшения сложности, снижения трудоемкости, распараллеливания разработки и сокращения эксплуатационных затрат при введении некоторой избыточности в программу применяется структурное программирование, т.е. модульное проектирование ПО.

Следует иметь ввиду, что подход к проектированию, по которому все программные модули (ПМ) будут отлажены без учета возможного неправиль-

ного функционирования с другими, связанными с ними модулями, будет менее надежны, чем подход к разработке, учитывающий наиболее вероятные ошибки при взаимодействии модулей. Наибольшую нагрузку в этом отношении несут именно те модули, которые имеют с вешним интерфейсом. Таким образом, с целью сокращения влияния ошибок в системе становится очевидным введение дополнительного числа так называемых контролирующих (по своему назначению) и ограничивающие (по потоку данных) программных модулей. В противном случае допуск ошибок будет приводить к отказу системы управления в целом.

Пропуск ошибок в систему определяется качеством работы дополнительного состава ПМ, которые должны обеспечить выполнение требований корректности данных и последовательности выполнение алгоритма, т.е. устойчивости управляющего вычислительного процесса.

Тогда вероятность безотказной работы средств программного обеспечения может быть определена как:

$$P(O) = \sum_{i=1}^{n-K} \prod_{j=1}^{S} P_i * W_i, \quad (5)$$

где *n-k* – количество входов в ПО, не защищенных от возможных ошибок, *n* - общее число входов, а *K* – число защищенных входов, P_j – вероятность безотказной работы S дополнительных ПМ, W_i – переменная, $W_i = 0$, если выходной результат верен для множества входных данных из числа *n-k*, $W_i = I$ в противном случае, программное обеспечение становится совершенными или самокорректирующимся тогда, когда W_i при всех значениях n-k становится равным 0.

Введение программной избыточности в систему увеличивает ее стоимость. Возникает определенное противоречие: введение избыточных программ требует дополнительной памяти, является источником неэффективного использования оборудования, увеличивает время выполнения задачи. Однако введенная программная избыточность повышает надежность ПО, снижает эксплуатационные затраты;

В заключение можно констатировать, что введение информационной, структурной и программной избыточности в АСУ является средством комплексного подхода в проектировании для повышения функциональной эффективности систем управления комплексов связи.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9,с.9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с.404-409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пит. №2655399, Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т.19. №9, с. 14-20.

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологии, 2017, №6, с.39-44.

[6]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета, 2007. №7.С.139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т.18. №7.С.22-31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность начно-образовательных центров, функционирующий в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии. 2019. Т.20 №2. С.66-73.

[10]. *Карькин И.*Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П. Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК- сплаве FE-CU-NI-AL: MC+MD- моделирование. Физика твердого тела. 2019. Т.61. №4. С.4. 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерд Н.Д.* Анализ перспективных потентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). С.6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П.,Герасимова Н.С, ХайченкоВ.Е,* патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017. Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.,* патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016. Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство его осуществления.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.,* патент на изобретение RUS2655399 04.03.2016. Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов.

[15]. *Prasitskii V.V Korzhavyi A.P., Prasitskii G.V. ,* Metal Science and Heat Treatment.2018.T.60.№ 3-4. C. 200-205. Heat-removing and emitting compositions based on wand pd powders: a study of the production processes and structures.

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т. 23№6.С.25-29. Исследование явления интерференции при электрическом пробое твердого диэлектрика.

[17]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т. 23№8 .С.46-52. Расчет напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух-твердый диэлектрик».

[18]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23 №5. С. 49-55. Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* патент на изобретение RUS 2607478 08. 09. 2015. Способ изготовления изделий из псевдосплавов вольфрам-медь.

[20]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* патент на изобретение RUS 2628233 23. 11. 2016. Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь.

[21]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[22]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.P., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Welding International. 2017. Т.31. №12. С. 964-968. Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation.

Черевко Никита Александрович – студент МГТУ им. Н.Э. Баумана E-mail: nikikwiki@mail.ru

Чухраева Анастасия Игоревна – студент МГТУ им. Н.Э. Баумана E-mail: nikikwiki@mail.ru

Силаева Наталья Альбертовна - старший преподаватель кафедры «Высшая математика и физика», канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: silaeva1968@list.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

С.А. Вялых, Т.С. Китаева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБЫТОЧНОСТИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ СВЯЗИ

Процесс функционирования системы управления комплексов связи состоит в выполнении задачи по обмену информацией между абонентами в соответствии с определенным алгоритмом работы, взаимодействием на объекты управления для обеспечения вхождения, ведения и окончания связи.

Для оценки управляющей системы в целом может быть использован так называемый критерий функциональной эффективности

$$F = \frac{P}{c}, \tag{1}$$

где Р – требуемая вероятность выполнения задачи в заданных условиях функционирования системы; с – обобщенные затраты, т.е. совокупность ограничивающих факторов, используемых при разработке системы.

Вероятность выполнения системной задачи

$$\text{Р} = \text{Р(п/н)} \cdot \text{Р(н)} \cdot \text{Р(по/н)} \tag{2}$$

определиться произведением вероятностей:

- того, что в процессе выполнения задачи искажение сигналов не выйдут за допустимые пределы при условии надежной работы аппаратуры и правильного исполнения алгоритма;
- надежной работы аппаратных средств, определяемой как параметрами используемой элементной базы, так и организацией структуры системы управления;
- надежной работы средств программного обеспечения (ПО) при условии надежной работы аппаратуры, т.е. устойчивости программ к возможным ошибкам в период эксплуатации в условиях реального масштаба времени.

Для повышения эффективного функционирования комплексов связи используется информационная, структурная и программная избыточность.

Информационная избыточность применяется для повышения достоверности передачи информации по каналам связи. При этом система управления правильного декодирования (помехоустойчивости) Р (п/н) информации, получаемой по каналам связи, определяется известным методом.

Наибольший выигрыш по сравнению с общим резервированием при уменьшении эксплуатационных затрат можно достичь при построении так называемой распределенной структуры системы управления.

В такой структуре вероятность выполнения системой задачи определится через произведение вероятностей выполнения ряда подзадач, распределенных по своим подсистемам управления, т.е.

$$P = \prod_{i=1}^{l} P(\text{п/н})_i \cdot P(\text{н})_i \cdot P(\text{по/н})_i, \tag{3}$$

где l – количество подсистем управления.

Следовательно, имеется реальная возможность провести высокую унификацию аппаратных и программных вычислительных средств и таким образом существенно сократятся общие затраты на проектирование и производство системы управления.

При этом аппаратные средства целесообразно делать универсальными, но программно ориентируемыми на выполнение конкретной подзадачи (распределение вычислительных средств по функциональному признаку), а также типовые аппаратные средства назначать на выполнение одной и той же подзадачи для обеспечения требований по производительности (распределение вычислительных средств по нагрузке).

Однако оценить надежность функционирования такой системы с использованием резервирования на уровне подсистем значительно сложнее, т.к. неисправность некоторого числа блоков, узлов, связей не будет влиять на отказ системы управления в целом.

Пусть система состоит из m модулей, отказы которых независимы. Каждый модуль в момент времени t может находиться только в одном из двух состояний:

- исправности с вероятностью p□(t),
- отказа с вероятностью g□(t) = 1-p□(t). Тогда

$$P(t) = \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{\xi_j \in v} \prod_{\substack{i=1 \\ i \in \xi_j}}^{m} Pi(t) \prod_{\substack{i=1 \\ i \in \xi_j}}^{m} g_i(t) = \sum_{j=0}^{m-1} P(t)_j, \qquad (4)$$

где ξ_j- состояния, когда отказали модули i_1, i_2 или i_j, причем $i_1 < i_2 < i_3 < \cdots < i_j$; v – “сумма” исправных состояний; $P(t)_j$ – вероятность такого состояния системы, когда в момент времени t отказали ровно j модулей, однако отказа системы не наступит.

Варьируя различными видами внедрения избыточности, всегда имеется возможность составить блок-схему исправных состояний или качества функционирования системы и произвести ее оценку с целью получения наилучшей структуры резервирования.

Не менее важной проблемой достижения требуемой функциональной эффективности системы комплексов связи является обеспечение высокой надежности работы программных средств управления. ПО в отличие от аппаратуры не подвержено износу. Надежность ПО полностью определяется ошибками его некорректной разработки, выявляется при использовании программ в условиях внешней среды и среды ее функционирования.

Ошибки ПО возникают в результате выявления некоторой уникальной (не предусмотренной разработчиком) последовательности входных данных, которая и приводит выполнение программы к неверному выходному результату.

Для уменьшения сложности, снижения трудоемкости, распараллеливания разработки и сокращения эксплуатационных затрат при введении некоторой избыточности в программу применяется структурное программирование, т.е. модульное проектирование ПО.

Следует иметь в виду, что подход к проектированию, по которому все программные модули (ПМ) будут отлажены без учета возможного неправильного функционирования с другими, связанными с ними модулями, будет менее надежны, чем подход к разработке, учитывающей наиболее вероятные ошибки при взаимодействии модулей. Наибольшую нагрузку в этом отношении имеют именно те модули, которые имеют дело о внешним интерфейсом. Таким образом, с целью сокращении влияния ошибок в системе становится очевидным введение дополнительного числа так называемых контролирующих (по своему назначению) и ограничивающих (по потоку данных) программных модулей. В противном случае допуск ошибок будет приводить к отказу систему управления в целом.

Пропуск ошибок в систему определится качеством работы дополнительного состава ПМ, которые должны обеспечить выполнение требований корректности данных и последовательности выполнения алгоритма, т.е. устойчивости управляющего вычислительного процесса.

Тогда вероятность безотказной работы средств программного обеспечения может быть определена как

$$P(\text{ПО}) = \sum_{i-1}^{n-k} \prod_{j=1}^{S} P_j \cdot W_i, \qquad (5)$$

где $n-k$ – количество входов в ПО, не защищенных от возможных ошибок, n – общее число входов, а k – число защищенных входов, P_j –вероятность безотказной работы S дополнительных ПМ, w_i=0 , если выходной результат верен для множества входных данных из числа $n-k$, $w_i = I$ в противном случае. Программное обеспечение становится совершенным или самокорректирующимся тогда, когда w_i при всех значениях $n-k$ становится равным 0.

Введение программной избыточности в систему увеличивает ее стоимость. Возникает определенное противоречие: введение избыточных программ требует дополнительной памяти, является источником неэффективного использования оборудования, увеличивает время выполнения задачи. Однако введенная программная избыточность повышает надежность ПО, снижает эксплуатационные затраты.

В заключение можно констатировать, что введение информационной, структурной и программной избыточности в АСУ является средством комплексного подхода в проектировании для повышения функциональной эффективности систем управления комплексов связи.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения

энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

[6]. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

[10]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[15]. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

[17]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

[18]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[20]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[21]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[22]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

Вялых Софья Андреевна - студентка ИТД.Б-31 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: sofiyavyalykh@gmail.com

Китаева Тамара Сергеевна- доцент кафедры «Высшая математика и физика», канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_MGTU_FIZ@mail.ru

П.Е. Белоножко, Ю.Е. Гагарин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМПЛЕКСНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Рассмотрим сеть $G=(N,A)$ с ограниченной пропускной способностью, где N – множество узлом, A – множество дуг. Обозначим:

x_{ij} - величина потока, протекающего от узла i к узлу j,

$u_{ij}(l_{ij})$ - верхняя (нижняя) граница пропускной способности дуги (i,j),

c_{ij} - стоимость прохождения единицы потока по дуге (i,j),

f_i - величина «чистого» результирующего потока, протекающего через узел i.

На рис. 1 показано, как на схемах сетей будем отображать определенные параметры дуг. Метка $[f_i]$ указывает положительно (отрицательное) значение предложения (спроса), соответствующего узлу i.

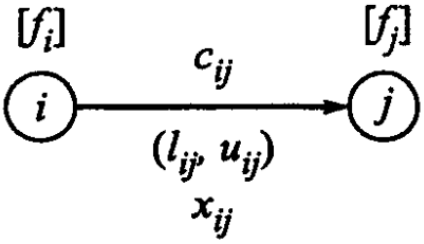


Рис. 1.

Определение модели сети с ограниченной пропускной способностью как задачи линейного программирования необходимо для разработки симплексного алгоритма решения задач данного типа. Используя ранее описанные свойства сетевой модели, мы можем записать задачу линейного программирования для сети с ограниченной пропускной способностью следующим образом.

Минимизировать $z=\sum\limits_{(i,j)\in A}\sum c_{ij}x_{ij}$

при ограничениях

$$\sum_{\substack{k\\(j,k)\in A}} x_{jk} - \sum_{\substack{i\\(i,j)\in A}} x_{ij} = f_j,\ j\in N,\ l_{ij}\le x_{ij}\le u_{ij}.$$

Результирующий «чистый» поток f_j, протекающий через узел j, вычисляется по формуле

f_j = *(Величина потока, выходящего из узла j) – (Величина потока, входящего в узел j)*

Узел j выступает в качестве источника, если $f_j > 0$, и как сток при $f_j < 0$

Нижнюю границу пропускной способности l_{ij} можно удалить из ограничений с помощью подстановки $x_{ij} = x'_{ij} + l_{ij}$. Для нового потока x'_{ij} верхней границей пропускной способности будет величина $u_{ij} - l_{ij}$. В этом случае результирующий поток через узел i будет равен $[f_i] - l_{ij}$, а через узел $j - [f_j] + l_{ij}$. На рис. 2 показаны преобразования характеристик дуги (i, j) после исключения ее нижней границы пропускной способности.

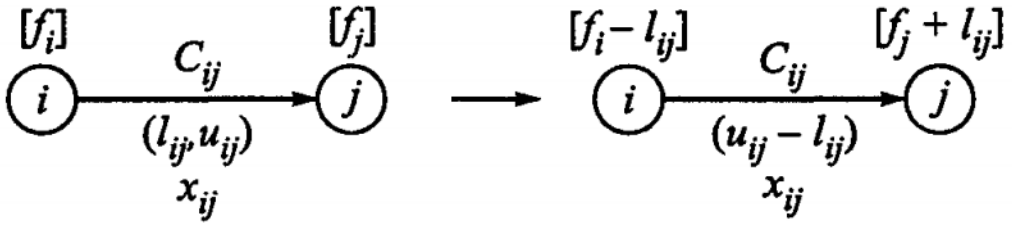


Рис. 2

Симплексный алгоритм повторяет в точности те же шаги, что и обычный симплексный метод. Вместе с тем здесь учитывается специальная структура сетевой модели.

Используя f_i как результирующий поток через узел i, строим симплексный алгоритм на основе условия $\sum_{i=1}^{n} f_i = 0$. Это условие означает, что в сети суммарный объем предложений равен суммарному объему спроса. Данное условие всегда можно удовлетворить путем введения фиктивного источника или стока, которые можно связать с остальными узлами сети дугами с нулевой стоимостью и бесконечной пропускной способностью. Однако сбалансировать сети не гарантирует существования допустимого решения, поскольку этому может воспрепятствовать ограниченность пропускных способностей дуг.

Опишем шаги алгоритма нахождения потока минимальной стоимости для сетей с ограниченной пропускной способностью. Отметим, что он базируется на стандартном симплекс-методе для задач линейного программирования с ограниченными переменными.

Шаг 0. Определяем для данной сети начальное базисное допустимое решение (множество дуг). Переходим к шагу 1.

Шаг 1. С помощью условия оптимальности симплекс-метода определяем вводимую в базисе переменную (дугу). Если на основе условия оптимальности определяем, что последнее решение оптимально, вычисления заканчиваются. В противном случае переходим к шагу 2.

Шаг 2. На основе условия допустимости симплекс-метода определяем исключаемую из базиса переменную (дугу). Изменив базис, возвращаемся к шагу 1.

Сети с n узлами и нулевым результирующим потоком (т.е. при выполнении равенства $f_1 + f_2 + ... + f_n = 0$) соответствуют $n-1$ независимым ограничениям в виде равенств. Поэтому базисное решение должно содержать $n-1$ переменных. Можно показать, что базисное решение соответствует остовному дереву данной сети.

Вводимая переменная (дуга) на шаге 1 определяется путем вычисления разностей $z_{ij} - c_{ij}$ для всех текущих небазисных дуг (i, j). Если для всех разностей $z_{ij} - c_{ij} \le 0$, тогда текущее базисное решение оптимально. Иначе в качестве вводимой в базис переменной выбираем дугу, которой соответствует наибольшее положительное значение разности $z_{ij} - c_{ij}$.

Вычисление разностей $z_{ij} - c_{ij}$ основано на соотношениях двойственности, точно так же как и в транспортной модели. Обозначим через w_1 переменную задачи, двойственной к задаче линейного программирования, которая (переменная) соответствует ограничению узла i. Тогда данная двойственная задача формулируется следующим образом.

Максимизировать $z = \sum_{i=1}^{n} f_i w_i$

при выполнении условий

$$w_i - w_j \le c_{ij}, \ (i, j) \in A,$$

переменные w_i произвольного знака $(i = 1, 2, ..., n)$

Из теории линейного программирования следует, что $w_i - w_j = c_{ij}$ для любой базисной дуги (i, j). Поскольку исходная задача линейного программирования по определению имеет одно избыточное ограничение, можно присвоить произвольное значение одной из переменных двойственной задачи. Для определенности положим $w_1 = 0$. Затем следует решить (базисную) систему уравнений $w_i - w_j = c_{ij}$ для нахождения остальных переменных двойственности задачи. Далее вычисляем разности $z_{ij} - c_{ij}$ для небазисных переменных согласно формуле

$$z_{ij} - c_{ij} = w_i - c_{ij}.$$

Таким образом, использование сетевой модели как задачу линейного программирования для разработки симплексного алгоритма для сетей с ограниченной пропускной способностью – наиболее специализированное, но именно его «специализация» позволяет наиболее эффективно решать указанный класс задач.

Список литературы

[1]. *Хэмди А. Таха.* Исследование операций, 2016, изд. Вильямс – 912 с.

Белоножко Павел Евгеньевич – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: belonozhko99@ya.ru

Гагарин Юрий Евгеньевич – канд. техн. наук, заведующий кафедрой «Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: Yriigagarin@yandex.ru

Е.Д. Мосин, Г.Э. Амеличев, И.Н. Радченко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ

Использование сложных сигналов в каналах с многолучевостью позволяет осуществить суммирование лучей, приходящих в точку приема различными путями, с целью повышения верности приема информации /1,2/. Однако помехоустойчивость приемника сложных сигналов, определяемая помехоустойчивостью синхронизации, при этом не улучшается, поскольку в процессе синхронизации по каждому лучу, предшествующем сложению, остальные лучи представляют собой структурные помехи.

Одним из путей повышения помехоустойчивости синхронизации сложных сигналов в условиях многолучевости является параллельная обработка всей области неопределенности сигнала с суммированием лучей до принятия решения об обнаружении. При этом, поскольку число лучей в точке приема заранее неизвестно и может изменяться во времени, необходимо обеспечить перестройку порога обнаружения в зависимости от числа суммируемых лучей.

Пусть область неопределенности сложного сигнала разбита на N зон, подлежащих анализу, и пусть в процессе анализа выбрано n наиболее сильных сигналов. Если полезного сигнала на входе приемника нет, то произошел выбор n наибольших значений помехи. Причем в отсутствие полезного сигнала на входе приемника множество сигналов $\{S_i\}$ на входе N параллельных каналов обработки можно рассматривать как однородную совокупность случайных величин /3/. Распределение суммы n наибольших из них

$$F_{\Sigma}^{(n)}(y) = \int_{\Omega} \ldots \int P_{(N-n+1)\ldots n}(x_1,\ldots,x_n)dx_i\ldots dx_n, \qquad (1)$$

где

$$\Omega = \{0 \le x_1 \le x_2 \le \ldots \le x_n < \infty;\ y = \sum_{i=1}^{n} x_i\},$$

$P_{(N-n+1)\ldots n}(x_i,\ldots,x_n) - \frac{N!}{(N-n)!}F^{(N-n)}(x_i)\prod_{i=1}^{n} p(x_i) -$ Совместная плотность вероятности n наибольших из множества N случайных величин, имеющих распределение $F(x) = \int p(x)dx$

Если F(x) – рэлеевское или x – квадрат распределение, то при больших значениях аргумента

$$F_{\Sigma}^{(n)}(y) \approx F^{N-n+1}(\frac{y}{n}), \qquad (2)$$

Порог обнаружения H, пропорциональный выборочному среднему из множества N сигналов

$$H\frac{K}{N}\sum_{i=1}^{N} S_i, \qquad (3)$$

приближенно описывается распределением

$$F_n(y) \approx F(y/K), \qquad (4)$$

где K = K(α,n,N) – коэффициент пропорциональности, зависящий от вероятности ложного обнаружения α, числа слагаемых n и число зон неопределенности N.

Коэффициент K находим из уравнения

$$1 - F_{\Sigma}^{(n)}(H_{\alpha}) = F_{H}(H_{\alpha}), \quad (5)$$

где H_{α} – порог, соответствующий вероятности ложного обнаружения α.

Используя (2) и (4), получим уравнение

$$1 - F^{N-n+1}\left(\frac{H_{\alpha}}{n}\right) = F\left(\frac{H_{\alpha}}{K}\right), \quad (6)$$

решение которого целесообразно производить численными методами при подстановке конкретного вида распределения F(x). В результате получается семейство кривых, из которого выделяем зависимость K(n) при фиксированных параметрах α и N.

Число слагаемых n определяется в процессе упорядочения множества

$$\{S_i\}: S_1 \le S_2 \le \ldots \le S_N.$$

Причем правило отбора n наибольших сигналов должно учитывать особенности канала (разброс лучей по интенсивности, отношение сигнал-помеха отдельных лучей). Например, в качестве признака определения числа n можно установить условия

$$S_{i-1} / S_i \ge m_1 \qquad \text{или} \qquad S_N / S_i \ge m_2,$$

То есть уровень свертки помехи в пустой зоне на заданную величину ниже уровня свертки сигнала наиболее слабого (при небольшом различии интенсивности лучей) или наиболее сильного из лучей (при большом различии лучей производится выбор только наиболее сильных). Если число лучей l в канале велико (гидроакустические каналы), то для упрощения алгоритма можно зафиксировать число слагаемых n (n < l), используя априорные данные о канале.

Таким образом, решение об обнаружении сигнала выносится по сумме нескольких наиболее мощных лучей, что позволяет в некоторых случаях скомпенсировать потерю помехоустойчивости поиска и синхронизации, обусловленную взаимным мешающим воздействием лучей. Произведен расчет условий, при которых возможно получение выигрыша по помехоустойчивости при обнаружении многолучевого сигнала со сложением лучей на этапе поиска по сравнению с «однолучевой» обработкой.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

4. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

6. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

7. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

9. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

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

Амеличев Глеб Эдуардович- студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Радченко Ирина Николаевна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Н.А. Рябченко, О.М. Лущенко, А.В. Безденежных, Н.А. Силаева

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ

Устранение избыточности ресурса в СС с многостанционным доступом к ретранслятору (РТР) связано с переходом от его фиксированного закрепления за пользователями к режиму ПРТ. Реализация принципа ПРТ в СС требует автоматизации управления ими. Оценить эффективность функционирования СС с ПРТ с учетом качества ее автоматизированной системы управления (АСУ) позволяет методика, основывающаяся на вычислении обобщенного показателя эффективности функционирования (ОПЭФ) вида:

$$P_ф = \left[\left(\overrightarrow{У_{ов}} \le \overrightarrow{У_{ов\,тр}}\right) \cap \left(\overrightarrow{У_у} \le \overrightarrow{У_{у\,тр}}\right)\right] \qquad (1)$$

где $P_ф$ - вероятность соответствия СС в ПРТ своему функциональному назначению, $P\,[(\cdot) \cap (\cdot)]$ – совместная вероятность, выполнения требований к связи и управлению в СС о ПРТ, $\overrightarrow{У_{ОВ}}$, $\overrightarrow{У_{ОВ\,тр}}$, $\overrightarrow{У_у}$, $\overrightarrow{У_{у\,тр}}$ – векторы показателей качества связи и управления и требований к ним соответственно.

Учитывая существующие между процессами информационного обмена и управления взаимосвязи можно записать следующее расчетное выражение для ОПЭФ:

$$P_ф = P_{вып\,ов}\left[\left(\overrightarrow{У_{ов}} \le \overrightarrow{У_{ов\,тр}}\right) / \left(\overrightarrow{У_у} \le \overrightarrow{У_{у\,тр}}\right)\right] \cdot P_{вып\,у}\left(\overrightarrow{У_у} \le \overrightarrow{У_{у\,тр}}\right) \qquad (2)$$

где $P_{вып\,ов}[(\cdot)(\cdot)]$ - вероятность выполнения требований к связи, характеризующая эффективность функционирования системы информационного обмена (СИО), при условии, что в СС выполняются требования к управлению (поддерживается допустимое состояние систем),

$P_{вып\,у}(\cdot)$ - вероятность выполнения требований к управлению СС, характеризующая эффективность функционирования её АСУ.

Выделяя в качестве ведущих компонент (ВК) соответствующих процессов своевременность связи и оперативность управления могут быть записаны формулы, связывающие ВК с основными характеристиками СИО и АСУ:

$$\begin{gathered} P_{вып\,св}\left[\left(\overrightarrow{У_{св}} \le \overrightarrow{У_{св\,тр}}\right)/\left(\overrightarrow{У_у} \le \overrightarrow{У_{у\,тр}}\right)\right] = \\ = P_{сдс}\left[\left(Mt_{дс} \le Mt_{дс\,тр}\right) / н\,р\ сио,\ уст\ сио\right] \cdot \\ \cdot P_{н\,р\,сио}(\cdot/уст\ сио) \cdot P_{уст\,сио}, P_{ош} \le P_{ош\,тр}, \overrightarrow{У_у} \le \overrightarrow{У_{у\,тр}} \end{gathered} \qquad (3)$$

$$\begin{gathered} P_{вып\,у}\left(\overrightarrow{У_у} \le \overrightarrow{У_{у\,тр}}\right) = P_{оп}\left[\left(MT_{оп} \le MT_{оп\,тр}\right) / н\,р\ асу, уст\ асу\right] \cdot \\ \cdot P_{н\,р\,асу}(\cdot/уст\ асу) \cdot P_{уст\,асу}, \overrightarrow{У_у} \le \overrightarrow{У_{у\,тр}}, \end{gathered} \qquad (4)$$

где $Mt_{до}$, $Mt_{дс\,тр}$ – математическое ожидание (МО) времени доставки сообщений в СИО и требование к нему, $MT_{оп}$, $MT_{оп\,тр}$ – МО длительности цикла оперативного управления и требование к ней, $P_{уст\,сио\,(асу)}$ – вероятность выполнения требований к устойчивости СИО (АСУ) (здесь учитываются на-

дёжность, живучесть и помехоустойчивость соответствующих подсистем), $P_{н\,р\,сио\,(асу)}$ – условная вероятность (индикатор) наличия (достаточности) ресурса (пропускной способности) СИО (АСУ) для обеспечения связи (управления), $P_{сдс}(\cdot/\cdot,\cdot)$, $P_{оп}(\cdot/\cdot,\cdot)$ – условные вероятности своевременной доставки сообщений в СИО и оперативного управления в АСУ, $P_{ош}$, $P_{ош\,тр}$ – вероятность ошибочного приёма сообщения и требование к достоверности связи, $\overrightarrow{У_у}$, $\overrightarrow{У_{у\,тр}}$ – векторы показателей точности управления и требований к ним.

Важное место при расчёте показателей эффективности функционирования (ПЭФ) СИО и АСУ отводятся вычислению), $P_{сдс}(\cdot/\cdot,\cdot)$ и $P_{оп}(\cdot/\cdot,\cdot)$. При этом в качестве закона, аппроксимирующего плотность вероятности времени доставки сообщений и длительности цикла оперативного управления (составляющих, связанных со сбором информации и доведением команд) может использоваться гамма-распределение [I]:

$$\varphi(t) = \frac{\gamma^{\eta}}{\Gamma(n)} \cdot t^{\eta-1} \cdot e^{-\gamma t}, t \geq 0, \qquad (5)$$

параметры которого связаны с числовыми характеристиками анализируемого процесса выражениями:

$$\gamma = Mt/Дt, \quad r = \gamma \times Дt,$$

где Mt и $Дt$ – математическое ожидание и дисперсия случайной величины t.

На значения Mt и $Дt$ существенное влияние оказывают значения потерь циркулирующих в СС с ПРТ заявок. При этом следует учитывать потери двух типов: потери, вызываемые блокировками, и потери, связанные со столкновениями заявок на свободных единицах ресурса РТР. В докладе рассматриваются условия возникновения потерь обоих типов.

Изменение уровня потерь заявок, а, следовательно, и параметров закона (5) может вызываться либо изменением состояния системы (в первую очередь величины ресурса в результате нарушения устойчивости СС и ПРТ) либо нагрузочных характеристик формируемых заявками пользователей потоков. Важнейшей задачей при этом является определение эффективности функционирования системы в новых условиях.

Результаты анализа эффективности функционирования СС с ПТР представлены на рис.1. Считается, что в процессе функционирования изменились условия доставки сообщений. Приведенные на рис.1 графики зависимости $P_ф$ от числовых характеристик процесса функционирования СИО показывают, что при $Mt_{дс} < t_{дс\,тр}$ с ростом $Дt_{дс}$ значение ОПЭФ уменьшается, а при $Mt_{дс} \geq t_{дс\,тр}$ наоборот увеличивается. Это свидетельствует о том, что при анализе эффективности функционирования необходимо строго подходить к расчету обеих числовых характеристик происходящих в системе процессов, и исключительно по величине $Mt_{дс}$ (особенно при $Mt_{дс} > t_{дс\,тр}$) нельзя судить о качестве СС с ПРТ, так как ее возрастание может быть вызвано одиночными выбросами (что отражает дисперсия) процесса доставки сообщений (управления, при анализе этого процесса).

В докладе приводятся результаты исследования других составляющих ОПЭФ и ПЭФ (1) – (4).

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409.

[3] *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4] *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии, 2018, Т. 19, №9, с.14-20.

[5] *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44.

[6] *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7] *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета, 2007, №7, с. 139-149.

[8] *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии, 2017, Т. 18, №7, с. 22-31.

[9] *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

[10] *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

[11] *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2, с 6-15.

[12] *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Пат. №2675865 Российская Федерация, опубл. 13.12.2017.

[13] *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Пат. № 2650650 Российская Федерация, опубл. 01.11.2016.

[14] *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. № 2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[15] *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205.

[16] *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы, 2018, Т.23, №6, с. 25-29.

[17] *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы, 2018, Т.23, №8, с. 46-52.

[18] *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы, 2018, Т.23, №5, с. 49-55.

[19] *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Пат. № 2607478 Российская Федерация, опубл. 08.09.2015.

[20] *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Пат. № 2628233 Российская Федерация, опубл. 23.11.2016.

[21] *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Пат. № 2638232 Российская Федерация, опубл. 01.11.2016.

[22] *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International, 2017, T.31, № 12, c. 964-968.

Рябченко Никита Алексеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: nikitanuc@yandex.ru

Лущенко Олег Михайлович- студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: lush-strah@mail.ru

Безденежных Алексей Валерьевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: alexey.05.11.2000@gmail.com

Силаева Наталья Альбертовна - старший преподаватель кафедры «Высшая математика и физика», канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: silaeva1968@list.ru

А.Д. Антюков, Е.А. Панина, И.Н. Овчаренко, А.К. Горбунов

КОДИРОВАНИЕ В КАНАЛАХ С ЗАШУМЛЕННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Многие способы передачи сообщений с решающей обратной связью (ОС) неустойчивы по отношению к ошибкам в каналах ОС: при искажении сигналов ОС на выходе декодера возникают специфические ошибки синхронизации – вставки или выпадения сообщений. В докладе рассматривается задача построения способов, позволяющих автоматически, без какого-либо маркирования сообщений, обнаруживать и исправлять такие нарушения синхронизации.

Исследован при идеальной ОС способ передачи сообщений по каналам с решающей ОС, основанный на совместном использовании принципов сверточного и блокового кодирования. Можно показать, что для этого способа появление ошибок в канале ОС приводит к длинным сериям запросов. В настоящей работе показано, что это свойство нельзя использовать для надежной защиты от последствий ошибок в канале ОС при алгоритме передачи, описанном в /I/, и предложена модификация этого алгоритма, позволяющая исправлять вставки и выпадения сообщений.

Дадим необходимые определения и пояснения к известному способу передачи.

Прямой канал без памяти с входным алфавитом $\{X\}$ и выходным $\{\tilde{X}\}$ задается матрицей переходных вероятностей $\{p(x|\tilde{x})\}$. Канал ОС без памяти с двоичными входным $\{Y\}$ и выходным $\{\tilde{Y}\}$ алфавитами позволяет передать без задержки один сигнал ОС на каждые n символов в прямом канале и задается матрицей $\{p(y|\tilde{y})\}$.

Для передачи используется сверточный вод длиной кодового ограничения ν , скоростью $R = (\ln M) / n$, задаваемый в виде решетчатой диаграммы – решетки. Из каждого узла решетки исходят M ребер, каждому ребру приписана n – последовательность симовлов алфавита $\{X\}$ – подблок. Передается полубесконечная последовательность сообщений $u_1, u_2, \ldots$, равновероятно выбираемых из алфавита $\{v\}$, $|v| = M$. Кодер и декодер распологают накопителями, состоящими из M –ичных ячеек памяти для хранения сообщений и их оценок.

Кодер вычисляет по правилу $f(u_i|\bar{S}_i)$ очередной подблок $\bar{x}_i = (x_i^1, x_i^2 \ldots x_{in})$ используя сообщение u_i и ранее переданные $u_{i-1} \ldots u_{i-\nu}$. Эти сообщения хранятся в накопителе и образуют состояние кодера $\bar{S}_i = u_{i-1} \ldots u_{i-\nu}$. Состояние $\bar{S}_i$определяет номер узла на ярусе, а сообщение u_i – выбор одного из M ребер, исходящих из узла. Соответствующий этому ребру подблок $\bar{x}_i$ выдается в канал. В начале передачи $\bar{S}_1 = 0$. При получении

подтверждения сообщение u_i помещается в накопитель и кодер переходит в новое состояние $\bar{S}_{i+1}$ и повторяет передачу сообщения u_{i-1}.

Декодер вычисляет очередную оценку сообщения $\hat{u}_i$ по подблоку $\hat{x}_i$, декодируя его на множестве слов блокового кода, образованного ребрами кодовой решетки, исходящими из некоторого узла. Номер этого узла на ярусе определяется по предыдущим оценкам $\hat{u}_{i-1}, \dots, \hat{u}_{i-\nu}$ хранящимся в накопителе и образующим оценку состояния кодера $\hat{S}_i$. В начале передачи $\hat{S}_i$=0. При декодировании по правилу $\varphi(\hat{u}_i|\hat{S}_i)$ возможны отказы от принятия решений. В этом случае из накопителя декодера удаляется оценка $\hat{u}_{i-1}$, декодер возвращается к предыдущему состоянию $\hat{S}_{i-1}$, по каналу ОС передается запрос. При успешном декодировании по правилу $\varphi(\hat{u}_i|\hat{S}_i)$ вычисленная оценка заносится в накопитель, декодер переходит в состояние $\hat{S}_{i+1}$, по каналу ОС передается подтверждение. Сообщение $\hat{u}_i$ выдается получателю из накопителя декодера как только будут вычислены τ следующих оценок $u_{i+1} \dots u_{i+\tau}$.

При таком алгоритме кодер и декодер “перемещается” по кодовой решетке: вперед при успешной передаче и назад при обнаружении ошибки. Покинувшие накопители сообщения и недоступные поэтому кодеру и декодеру полагаются нулевыми.

Если из-за ошибок в прямом канале в накопитель декодера попадут ошибочные оценки, то состояние кодера $\bar{S}_i$ и его оценка $\hat{S}_i$ оказываются несовпадающими. Кодер и декодер находятся в разных узлах и множество подблоков на котором декодер пытается декодировать $\hat{x}_i$ не совпадает с множеством, которому принадлежит $\bar{x}_i$. В результате возникает последовательность запросов, приводящих к удалению неверных оценок сообщений из накопителя.

При ошибках в канале ОС складывается аналогичная ситуация: последовательность сообщений в накопителе кодера и их оценок в накопителе декодера оказывается сдвинутыми друг относительно друга и в силу этого, с вероятностью близкой к единице, различными будут состояния кодера и его оценка, кодер и декодер будут возвращаться по кодовой решетке.

Получены следующие результаты исследования способа /I/ в условиях ошибок в канале ОС.

1. Пусть в некоторый момент времени j накопитель декодера содержит

$\hat{\rho}^j = \tau$ оценок, т.е. заполнен, и произошло искажение сигнала ОС. В этом случае вероятность появления вставки или выпадения сообщения на выходе декодера определяется выражением:

$$P_{c\delta} = 1 - \delta(< \tau), \qquad (1)$$

где $\delta(< \tau)$ – вероятность восстановления синхронизации менее чем за τ передач за счет ошибок в канале ОС, имеющих “противоположных” характер. Если произошедшее искажение сигнала ОС – единственное, то $P_{c\delta} = 1$. Понятно, что $\delta \ll 1$.

Поясним это утверждение следующим примером. При декодировании очередного подблока $\tilde{x}_l$ принято решение о правильной передаче. При этом оценка сообщения $\tilde{u}_l$ помещается в накопитель декодера, а оценка $\tilde{u}_{l-\tau}$ выдается получателю. Декодер переходит в состояние S_{l+1}. Пусть переданное подтверждение исказилось и получен запрос. Кодер переходит в состояние $\bar{S}_{l-1}$ и повторяет передачу сообщения u_{l-1} . Если $\tilde{S}_{l+1} \neq \bar{S}_{l-1}$, то кодер и декодер будут возвращаться, стирая из накопителей сообщения и их оценки, пока не выйдут на нулевое состояние /недоступные декодеру и кодеру оценки и сообщения заменяются нулями/. Теперь кодер будет повторять последнее сообщение $u_{l-\tau}$ до получения подтверждения, но оценка сообщения $\tilde{u}_{l-\tau}$ уже выдана получателю. Так происходит вставка. Если произойдет искажение запроса, то возможно исправление (компенсация) вставки. Может оказаться, что $\tilde{S}_{l+1} - \bar{S}_{l-1}$,например, из-за передачи последовательности одинаковых сообщений. В этом случае возможна вставка сообщений u_{i-1}, u_i. При искажении сигнала запроса аналогично происходит выпадение сообщений.

1. Пусть накопитель декодера содержит $\rho^j < \tau$ оценок сообщений и произошло искажение сигнала ОС. В этом случае вероятность $P_{c\delta} < 1$ и является убывающей функцией от разности $\tau - \rho^j$.

Декодер и кодер успевают вернуться к передаче сообщения ранее других записанного в накопители, прежде чем произойдет $\tau - \rho^j$ успешных передач, т.е. до его выхода из накопителя, что и устранит сбой синхронизма.

Таким образом, при сверточно – блоковом кодировании вставки и выпадения могут быть исправлены если длина накопителя τ превышает количество переданных сообщений. При этом потребуется возвращение к передаче самого первого сообщения.

Приведем алгоритм, свободный от указанных недостатков. От описанного выше /I/ он отличается лишь правилами, задающими движение кодера и декодера назад по кодовой решетке при переспросе.

Выберем m целых чисел $l_k \in \{L\}, k = \overline{1,m}$ таких, что $1 < l_1 < l_2 < \cdots < l_m < \tau$ и каждому из них сопоставим числа $T_k \geq 2, T_k \in \{T\}$, $k = \overline{1,m}$.

При получении подтверждения кодер работает как в описанном выше способе /I/. При получении запроса кодер проверяет совпадение сообщений в накопителе ρ^j с одним из чисел $l_k, k = \overline{1,m}$. Если $\rho^j \neq l_k, k = \overline{1,m}$ то кодер ведет себя также, как в известном способе. В противном случае состояние кодера не изменяется до прихода T_k запросов подряд или сигнала подтверждения, происходит повторение одного и того же сообщения. После приема T_{k+1} запроса кодер продолжает движение назад, а после приема подтверждения продвигается вперед.

Декодер, приняв решение о стирании очередного подблока проверяет совпадение ρ^j с одним из чисел $l_k, k = \overline{1,m}$. Если число оценок

$\hat{l}^{j} \neq l_k, k = \overline{1, m}$, то работает по известному алгоритму, в противном случае – сохраняет свое состояние до принятия T_k решений о стирании или до первого решения о правильной передаче.

Эвристическое обоснование алгоритма следующее. При возникновении ошибки в канале ОС последовательность сообщений и их оценок в накопителях оказываются сдвинутыми относительно друг друга. Кодер и декодер будут содержать разное количество оценок – либо кодер “опережает” декодер либо наоборот. По мере возвращения на некоторое число шагов кодер и декодер останавливаются на T_k переспросов и “опережающий” ожидает “отстающего”. С вероятностью близкой к единице восстановление синхронизма достигается до возвращения кодера и декодера на τ шагов по кодовой решетке и вставки /выпадения/ на выходе не возникает.

Удается показать, что параметры $\{L\}$ и $\{T\}$ могут быть выбраны так, что вероятность вставки или выпадения сообщений на выходе декодера экспоненциально уменьшается с ростом ν и τ.

В отсутствие ошибок в канале ОС для описанной модификации справедливы оценки скорости и вероятности ошибки из /I/.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические наук*и,* 2018, №2, с. 404-409

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

4. Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В. Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

6. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

7. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых

транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

9. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205.

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. Т.31. № 12. С. 964-968.

Антюков Андрей Дмитриевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: anroni4@ya.ru

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

Овчаренко Игорь Николаевич - ассистент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ino1963@yandex.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

М.И. Супельняк

КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЭЛЛИПТИЧЕСКОМ ЦИЛИНДРЕ И ПРОСТРАНСТВЕ С ЭЛЛИПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ

Исследуются колебания температуры в областях, ограниченных снаружи или изнутри поверхностью эллиптического цилиндра, вызванные циклическими условиями теплообмена на поверхностях областей. Колебания температуры в пространстве с эллиптическим каналом $(j=0)$ и эллиптическом цилиндре $(j=1)$ определяются из решения циклических задач теплопроводности с граничным условием I $(i=1)$, II $(i=2)$ или III $(i=3)$ рода на поверхности, записанных в эллиптической системе координат [1] и приведенных к безразмерному виду:

$$\frac{\partial \hat{T}}{\partial \hat{t}} = \frac{1}{\hat{l}^2\zeta^2}\left(\frac{\partial^2 \hat{T}}{\partial \mu^2} + \frac{\partial^2 \hat{T}}{\partial \eta^2}\right),\ \mu \in D_\mu,\ -\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=\overline{1,3},\ j=0,1,$$

$$\hat{T}\left(\mu,\eta+2\pi,\hat{t}\right) = \hat{T}\left(\mu,\eta,\hat{t}+2\pi\right) = \hat{T}\left(\mu,\eta,\hat{t}\right),\ \mu \in D_\mu,$$

$$-\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=\overline{1,3},\ j=0,1,$$

$$\lim_{\mu\to+\infty} \frac{\partial \hat{T}}{\partial \mu} = 0,\ -\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=\overline{1,3},\ j=0,$$

$$\hat{T}\left(0,\eta,\hat{t}\right) = \hat{T}\left(0,-\eta,\hat{t}\right),\ -\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=1,\ j=1,$$

$$\frac{\partial \hat{T}\left(0,\eta,\hat{t}\right)}{\partial \mu} = -\frac{\partial \hat{T}\left(0,-\eta,\hat{t}\right)}{\partial \mu},\ -\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=1,\ j=1,$$

$$\hat{T}\left(\mu_w,\eta,\hat{t}\right) = \hat{T}_w,\ -\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=1,\ j=0,1,$$

$$-\chi\frac{1}{\hat{l}\zeta_w}\frac{\partial \hat{T}\left(\mu_w,\eta,\hat{t}\right)}{\partial \mu} = \hat{q}_w,\ -\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=2,\ j=0,1,$$

$$-\chi\frac{1}{\hat{l}\zeta_w}\frac{\partial \hat{T}\left(\mu_w,\eta,\hat{t}\right)}{\partial \mu} = \mathrm{Bi}\left[\hat{T}\left(\mu_w,\eta,\hat{t}\right) - \hat{T}_f\right],\ -\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty,\ i=3,\ j=0,1.$$

Здесь $\hat{T} = \hat{T}\left(\mu,\eta,\hat{t}\right)$ – безразмерная температура области; μ, η – эллиптические координаты; $\hat{t}$ – переменная времени; D_μ – область определения переменной μ: $D_\mu = \left(\mu_w,+\infty\right)$ при $j=0$, $D_\mu = \left(0,\mu_w\right)$ при $j=1$; $\zeta = \zeta\left(\mu,\eta\right)$ – функция, определяющая коэффициенты Ляме $\hat{l}\zeta$ для эллиптической системы координат:

$$\zeta = \sqrt{\left[\mathrm{ch}\left(2\mu\right) - \cos\left(2\eta\right)\right]/2} \equiv \sqrt{\mathrm{sh}^2\mu + \sin^2\eta};$$

$\zeta_w = \zeta(\mu_w, \eta)$; $\chi = (-1)^{j+1}$; $\mu_w = \operatorname{arth}\left(\sqrt{1-\varepsilon^2}\right)$ – значение μ на поверхности области; $\hat{l} = \varepsilon\hat{R}$ – безразмерное фокальное расстояние; ε – эксцентриситет направляющего эллипса граничной поверхности области; $\hat{R}$ – безразмерная большая полуось направляющего эллипса граничной поверхности области; $\hat{T}_w = \hat{T}_w(\eta, \hat{t})$ – безразмерная температура граничной поверхности; $\hat{q}_w = \hat{q}_w(\eta, \hat{t})$ – безразмерная плотность теплового потока на граничной поверхности; $\hat{T}_f = \hat{T}_f(\eta, \hat{t})$ – безразмерная температура жидкости; $\mathrm{Bi} = \mathrm{Bi}(\eta, \hat{t})$ – критерий Био. Все краевые функции являются периодическими:

$$\hat{T}_w(\eta + 2\pi, \hat{t}) = \hat{T}_w(\eta, \hat{t} + 2\pi) = \hat{T}_w(\eta, \hat{t}),\ \hat{q}_w(\eta + 2\pi, \hat{t}) = \hat{q}_w(\eta, \hat{t} + 2\pi) = \hat{q}_w(\eta, \hat{t}),$$

$$\hat{T}_f(\eta + 2\pi, \hat{t}) = \hat{T}_f(\eta, \hat{t} + 2\pi) = \hat{T}_f(\eta, \hat{t}),\ \mathrm{Bi}(\eta + 2\pi, \hat{t}) = \mathrm{Bi}(\eta, \hat{t} + 2\pi) = \mathrm{Bi}(\eta, \hat{t}),$$

$$-\infty < \eta < +\infty,\ \hat{t} > -\infty.$$

Помимо этого функция $\hat{q}_w$ удовлетворяет условию

$$\int_0^{2\pi}\int_0^{2\pi} \hat{l}\zeta_w \hat{q}_w d\eta d\hat{t} = 0.$$

Решения задач получены в виде двойных рядов, включающих тригонометрические функции переменной времени и функции Матье [2] пространственных переменных. Установлены выражения для постоянных интегрирования. Для простейших условий теплообмена проведены расчеты с использованием найденных зависимостей. Результаты вычислений сопоставлены с одномерными решениями циклической задачи теплопроводности в цилиндрической системе координат.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-31-00090.

Список литературы

[1]. *Мэтьюз Дж., Уокер Р.* Математические методы физики. – М.: Атомиздат, 1972. – 398 с.

[2]. *Мак-Лахлан Н.В.* Теория и приложения функций Матье. – М.: ИЛ, 1953. – 475 с.

Супельняк Максим Игоревич - доцент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: max2901@mail.ru

Е.О. Орлова, И.Н. Радченко

МНОГОПОРОГОВОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ

В системах передачи данных по каналам с белым гауссовским шумом и большой задержкой распространения одним из наиболее существенных параметров является энергетический выигрыш кодирования (ЭВК), определяемый выбором кода и алгоритмом его декодирования, который зависит от допустимой сложности реализации декодера.

Весьма эффективным и в то же время довольно простым и технологичным является многопороговый декодер (МПД) сверточных кодов, характеристики которого по ЭВК остаются приемлемыми и при достаточно больших уровнях шума. Ниже рассмотрен метод повышения эффективности МПД, при котором оказывается возможным использование кодов с более высоким отношением d / n.

Рассмотрим кодер двоичного линейного кода, который первоначально из входной последовательности формирует код $(N, N-I, 2)$ с проверкой на четность. Затем вновь сформированная последовательность поступает на вход кодера блокового или сверточного самоортогонального кода (СОК). Пусть при этом проверки кода выбираются такими, что минимальная разность r между ненулевыми коэффициентами порождающего полинома больше, чем N. В этом случае для СОК с расстоянием N с расстоянием d - минимальное кодовое расстояние всего кода, будет равно $2d$.

Оценим характеристики получившейся схемы. Известно, что уже при вычислительной скорости канала R_1, равной кодовой скорости R, то есть в довольно плохом канале МПД работает почти так же эффективно, как и оптимальный декодер (ОД), то есть декодер по максимуму правдоподобия. Это оказывается возможным в связи с тем, что при каждом изменении информационных символов МПД приближается к решению ОД. Допустим, что МПД уже достиг оптимального решения для всего каскадного кода. Пусть на последнем шаге декодирования при обнаружении ошибки во внешнем коде с проверкой на точность изменяется тот информационный символ этого кода, которому соответствовала единственная максимальная сумма проверок. Тогда справедлива

Лемма 1. Рассмотренный декодер каскадного кода не изменит оптимального решения. Пусть далее МПД пришел к некоторому решению, отличающемуся от единственного оптимального решения для кода в целом в одном информационном символе. Тогда справедлива

Лемма 2. Рассмотренный декодер исправит эту ошибку и достигнет оптимального для всего каскадного кода решения.

Приведенные результаты позволяют считать, что аналогично обычному МПД описанный декодер также устойчив относительно оптимального решения, но уже для всего кода в целом, так как он исправляет редкие одиночные отклонения от этого решения.

Если МПД уже достиг оптимального решения для внутреннего кода и обеспечивает вероятность ошибки на бит $P_b(e)$ такую, что ошибки декодирования могут считаться независимыми, что возможно при небольшом шуме канала, то нижняя оценка вероятности ошибки на бит для рассмотренного декодера каскадного кода равна $(N-1)P_b(e)$. Верхняя оценка при тех же предположениях имеет вид

$$KNd(1+P_0/q_0)P_b^2(e),$$

где P_0 − это вероятность ошибки в ДСК, $q_0 = 1 - P_0$, d − кодовое расстояние внутреннего кода, K − небольшое число, при типичных значениях параметров каскадного кода меньшее, чем 5.

Высокая эффективность декодера сохраняется и в некоторой области больших шумов канала. Каскадный МПД существенно проще, чем АВ, и обладает на порядок более высоким быстродействием.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

4. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В. Умный* подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

6. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

7. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения

производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

9. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. Т.31. № 12. С. 964-968.

Орлова Екатерина Олеговна - студентка ИТД.Б-32 КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: ook-5086@mail.ru

Радченко Ирина Николаевна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

А.И. Петров, Е.А. Панина, Д.В. Артемов, Н.А. Силаева

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ

Проблема устранения избыточности в потоках экспериментальных данных впервые возникли перед специалистами дальней и космической связи, где стоимость канала передачи информации очень высока, а устранение избыточности дает большой положительный эффект.

В данной работе рассматриваются некоторые методы сжатия информации при передаче двумерных массивов данных, воспроизводящих различные изображения, температурные поля, получаемые, например, с помощью метеорологических спутников Земли.

При построении моделей, устраняющих избыточную информацию в экспериментальных данных, используются математические методы планирования эксперимента. В качестве математических зависимостей, описывающих изучаемые процессы, находят широкое применение регрессионные модели, а в качестве метода обработки – метод наименьших квадратов (МНК).

Методику устранения избыточности в двумерном массиве экспериментальных данных рассмотрим на примере построения регрессионной модели второго порядка, описывающей температуру подстилающей поверхности, измеренной с помощью спутника Земли.

В произвольной точке температура определяется следующим уравнением регрессии:

$$T(x_1, x_2) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2, \qquad (1)$$

где x_1 и x_2 есть нормированные координаты по строке и столбцу массива, изменяющиеся в интервале [-1, +1].

Для определения коэффициентов модели с помощью МНК составляют систему уравнений, порядок которой в точности равен количеству искомых коэффициентов. Вследствие нормированности и симметричности координат x_1 и x_2 система алгебраических уравнений существенно упрощается. Все суммы, входящие в левые части уравнений, зависят от размеров двумерного массива, поэтому они могут быть вычислены заранее. Правые части зависят от экспериментальных данных и вычисляются в процессе поступления информации.

В центре изображен фрагмент массива экспериментальных данных, состоящий из 13 строк и 7 столбцов. Это реальные значения температуры участка поверхности Ладожского озера площадью 36×36 кв. км, измеренные с помощью метеорологического спутника Земли. По сторонам массива указаны значения x_1, x_1^2, x_2, x_2^2, которые остаются неизменными и при обработке других экспериментальных данных для фрагмента выбранного размера.

При поступлении измеренных данных происходит их суммирование в каждой строке, умножение на соответствующие значения координат x_1 и x_2 и запоминание. Эти величины S_{1j}, S_{2j}, S_{3j}, S_{4j}, S_{5j} и S_{6j} приведены в каждой

строке справа от массива экспериментальных данных. В процессе обработки эти частичные суммы накапливаются и формируются величины $S_1 \div S_6$ представляющие собой сжатый образ исходного двумерного массива информации. Эти величины по каналу связи передаются на приемный пункт, где происходит вычисление коэффициентов регрессии путем решения системы алгебраических уравнений с полученными правыми частями $S_1 \div S_6$.

По найденным коэффициентам регрессии пользуясь выражением (1) производят восстановление исходных данных в любой точке.

Регрессионная модель определяет поверхность наилучшего приближения и в данном случае имеет вид

$$\hat{T}(x_1, x_2) = 5{,}97 - 1{,}93x_1 + 4{,}56x_2 + 0{,}68x_1^2 + 2{,}36x_2^2 - 1{,}29x_1x_2, \quad (2)$$

Для оценки точности модели вычисляют дисперсию воспроизводимости

$$S_T^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}(T_j - \hat{T}_j)^2,$$

где $T_J - \hat{T}_j$ - разность между экспериментальными и восстановленными значениями температуры в каждой точке. Погрешность модели (СКО) определяется как квадратный корень из оценки дисперсии. Здесь СКО = 1,2°С.

Если величина погрешности оказывается больше допустимой, тогда используют модели 3-го и 4-го порядка. При обработке зашумленных данных точность повышается за счет применения линейной и медианной фильтрации.

Метод наименьших квадратов обладает рядом достоинств, обусловивших его широкое применение. Недостатком МНК является значительное количество вычислительных операций при его реализации и возможность плохой обусловленности системы уравнений, при которой коэффициенты модели определяются с низкой точностью.

Применение ортогональных степенных и тригонометрических функций позволяет устранить отмеченные недостатки. При этом для вычисления коэффициентов модели необходимо только определить вид правой части системы уравнений.

В докладе приводятся примеры устранения избыточности при обработке данных с использованием ортогональных функций, дается оценка СКО и коэффициента сжатия информации для моделей различных порядков, рассматривается алгоритм автоматизированного построения изолиний.

При обработке больших массивов информации коэффициент сжатия достигает нескольких десятков, а погрешность – порядка одного градуса.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

[6]. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

[10]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[15]. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

[17]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

[18]. У*стинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[20]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[21]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[22]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

Петров Артем Ильич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: artemchik010800@gmail.com

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

Артемов Денис Вячеславоич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: tayer17@yandex.ru

Силаева Наталья Альбертовна - старший преподаватель кафедры «Высшая математика и физика», канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: silaeva1968@list.ru

Е.С. Есипов, Т.С. Китаева, Н.С. Филянин, А.К. Горбунов

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА Q-ИЧНЫХ СИСТЕМ

Рассмотрим q-ичный линейный код (q–любое целое число, более I) с порождающей матрицей $G=[I,C]$, где I - единичная матрица размера KxK, C - циркулянтная матрица (KxK), полученная циклическим сдвигом первой строки влево. Строка циркулянта состоит из нулей и единиц, причем номера ненулевых позиций образуют плоское совершенное разностное множество по модулю K. Все операции с символами кодовых слов производятся как с обычными целыми числами по модулю q. Очевидно, рассматриваемые коды являются подклассом биноидных кодов. Легко показать, что $d=1+W(c)$, где d - минимальное расстояние кода, $W(C)$ – вес Хэмминга строки циркулянта. Дальше рассматриваются только такие коды, для которых $(d-2,q)=1$.

Слова кода представим в виде $[a,b]$, где a – информационная часть, b – проверочная часть.

Лемма. Если $[a,b]$ – кодовое слово, то $[b,(d-2)\cdot a+z\cdot\sum_{i=1}^{k}a_i]$ – кодовое слово, где Z – единичный вектор.

Теорема 1. Первые элементы весового спектра имеют вид:

$$A_1=A_2=A_3=\ldots=A_{d-1}=0; \quad (1)$$

$$A_d=(q-1)\cdot k; \quad (2)$$

$$A_{d+1}=A_{d+2}=\ldots=A_{2d-3}=0; \quad (3)$$

$$A_{2d-2}=2\cdot(q-1)\cdot(\frac{k}{2})+N(d,q), \quad (4)$$

где
$$N(d,q)=\begin{cases}0, q-\textit{нечетное}\\(d-2)^5-(d-2)^2, q-\textit{чётное}\end{cases}. \quad (5)$$

Подкод из слов, у которых сумма информационных символов сравнима с 0 по модулю q, имеет максимальное расстояние $2d-2$.

Назовем базовым декодером следующую последовательность операций.

Для каждого информационного символа вычисляется число неудовлетворенных проверок. Определяется, насколько уменьшается это число, если значение информационного символа заменить на какое-либо другое. Это характеристика вычисляется для всех информационных символов. Затем выбирается информационный символ, для которого достигается максимальное уменьшение числа неудовлетворенных проверок. Если это уменьшение равно 0 или I, то декодирование заканчивается. В противном случае производится замена имеющегося символа на новый, обеспечивающий это максимальное уменьшение. Затем для скорректированного слова это процедура повторяется и так делается не более L раз.

Пусть $[\xi_1, \xi_2]$ – предполагаемый вектор ошибок, полученный после последнего выполнения процедуры. Если сумма элементов вектора $[a + e_1 - \xi_1]$ несравнима с 0 по модулю q, то в качестве вектора ошибок берется сумма $[\xi_1, \xi_2]$ и скалярного кратного одной из строк матрицы G. Скалярное кратное выбирается таким, чтобы удовлетворилась проверка на сумму информационных символов, а номер строки из G выбирается из условия минимизации веса результирующего вектора ошибок. На этом работа базового декодера заканчивается.

На основе базового декодера строится составной декодер следующим образом.

Пусть из канала принято зашумленное кодовое слово $[a + e_1, b + e_2]$ с вектором ошибок $[e_1, e_2]$.

1. Принятую последовательность декодируем базовым декодером. Получаем $[\xi_1^{(1)}, \xi_2^{(1)}]$ предполагаемый вектор ошибок.

2. Формируем вектор $[b + e_2, (d-2)\cdot(a + e_1)] = [a' + e_2, b' + (d-2)e_1]$. Декодируем базовым декодером. Получаем $[\xi_2^{(2)}, (d-2)\xi_1^{(2)}]$, следовательно $[\xi_1^{(2)}, \xi_2^{(2)}]$ – второй предполагаемый вектор ошибок.

3. Выбираем из двух векторов ошибок тот вектор, который имеют меньший вес.

Теорема 2. Составной алгоритм позволяет декодировать подкод, описанный в теореме 1, с исправлением любого вектора ошибок веса более $d-2$, если L – параметр базового декодера равен $d-2$.

Увеличение L, свыше $d-2$ дает весьма заметный эффект, тем больший, чем больше q. (Рассматривались каналы, для которых все ошибки одинакового веса равновероятны).

Было проведено моделирование работы составного декодера на основе упрощенного порогового варианта базового декодера. Упрощенный вариант заключается в следующем. Для информационного символа вычислялась величина возможного уменьшения числа неудовлетворенных проверок, и сравнивалось с порогом. Если порог превышался, то производилось исправление данного символа. Так делалось последовательно для всех информационных символов. Затем начинался новый просмотр всех информационных символов, но уже с другим порогом. Всего делалось $\left[\frac{d-1}{2}\right]$ просмотров. Пороги менялись от -1,5 до 1,5 через 2 (Для четных d последние два порога -2,5; 1,5). Далее, аналогично исходному базовому декодеру, проводилась (если требовалось) коррекция полученного вектора ошибок. Моделирование показало высокую эффективность пороговой модификации составного декодера. Не было найдено ни одного недекодируемого вектора ошибок веса $d = 2$. С ростом q эффективность декодера увеличилась. Например, моделирование декодера подкода длины 62 ($d = 7$) показало, что при $q = 2$ не декодируется около половины векторов ошибок веса 7, в то время как $q = 31$ доля недеко-

дируемых ошибок веса 9 лежит около 10^{-3}, веса 10 – около 10^{2}, веса 11 – около $8{,}5 \cdot 10^{-2}$.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

3. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

4. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

5. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

6. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

7. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

8. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

9. Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В. Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

10. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

11. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

Есипов Егор Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: 2000egores2000@mail.ru

Китаева Тамара Сергеевна- доцент кафедры «Высшая математика и физика», канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_MGTU_FIZ@mail.ru

Филянин Никита Сергеевич- студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: famely.FSA@yandex.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Д.С. Дроздов, А.И. Чухраева, А.К. Горбунов

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОЦЕНИВАНИЯ ТАКТОВОГО СДВИГА

Пусть по каналу связи передаётся последовательность сигналов из множества $\{A\sin(\omega t+\theta), A\sin(\omega t+\theta+\pi)\}$, где фаза θ – неизвестна приёмнику. Известными параметрами являются амплитуда сигнала A, несущая частота ω и длительность сигнала T. Задачей устройства тактовой синхронизации (УТС) является определение относительного такового сдвига τ между тактовыми метками передатчика и приёмника. В работе показано, что при условии независимости фаз несущей θ_j на j-ых тактовых интервалах, по крайней мере для малых отношений сигнал/шум оценкой максимального правдоподобия тактового сдвига является $\hat{\tau}$, максимизирующее выражение

$$Z(\hat{\tau})=\sum_{j=1}^{L}\left[u_j^2(\hat{\tau})+\upsilon_\varphi^2(\hat{\tau})\right]=\sum_{j=1}^{L}Z_j(\hat{\tau}), \qquad (1)$$

где

$$\begin{Bmatrix} u_j(\tau) \\ \upsilon_j(\tau) \end{Bmatrix}=\int_{(j-1+\tau)T}^{(j+\tau)T} y(t)A\begin{Bmatrix} \sin\omega t \\ \cos\omega t \end{Bmatrix}dt,$$

L – длительность наблюдения, $y(t)$ - входной сигнал.

Понятно, что на самом деле связь между фазами на соседних тактовых интервалах существует, и синхронизатор на основе решающей функции $Z(\tau)$ является подоптимальным. Однако, некоторое снижение качества УТС компенсируется простотой вычисления статистики $Z(\tau)$. Заметим, что практически реализовать синхронизатор на основе критерия максимального правдоподобия возможно, лишь ограничив область значений тактового сдвига τ дискретным множеством конкурирующих точек. Однако даже при таком условии аппаратурные затраты будут весьма велики, так как УТС должно иметь $2N$ интеграторов, где N - мощность множества значений τ.

Для случая непрерывного τ, к сожалению, не предоставляется возможным построить оценку максимального правдоподобия путём дифференцирования (1) по τ.

В действительности, достаточно эффективные оценки тактового сдвига можно строить на основе статистики лишь одного «отсчёта».

Используя метод моментов, на основании (1) получим уравнение

$$\delta(1-2\tau)+1-\delta+\frac{1}{h^2}=Z(0)\triangleq Z_1, \qquad (2)$$

где δ - плотность переходов за длительность наблюдения LT.

Уравнение (2) может быть решено относительно модуля тактового сдвига только для случая априорно известных значений δ и h^2, что является нетипичной ситуацией. Пусть δ и h^2 неизвестны. Будем снимать отсчёты

$Z_j(0)$ не только в точках $t = 0, T, 2T, ...$, но и в точках $t = \xi T, (1+\xi)T, (2+\xi)T, ...$.

Введём обозначения:

$$\begin{Bmatrix} u_j(0,\xi) \\ \upsilon_j(0,\xi) \end{Bmatrix} = \int\limits_{(j-1)T}^{(j-1+\xi)T} y(t) A \begin{Bmatrix} \sin\omega t \\ \cos\omega t \end{Bmatrix} dt,$$

$$\begin{Bmatrix} u_j(\xi,1) \\ \upsilon_j(\xi,1) \end{Bmatrix} = \int\limits_{(j-1+\xi)T}^{jT} y(t) A \begin{Bmatrix} \sin\omega t \\ \cos\omega t \end{Bmatrix} dt,$$

$$Z_2 = \sum_{j=1}^{L} [u_j^2(0,\xi) + \upsilon_j^2(0,\xi)],$$

$$Z_3 = \sum_{j=1}^{L} [u_j^2(\xi,1) + \upsilon_j^2(\xi,1)], \qquad (3).$$

Для Z_2 и Z_3 на основании (3) нетрудно составить уравнения, аналогичные (2). Тогда совместное решение системы трёх уравнений с тремя неизвестными относительно тактового сдвига позволяет сформулировать следующее утверждение: оценка вида

$$\hat{\tau} = \frac{1 - \xi - Z_1 + \dfrac{Z_2}{\xi}}{2(1-\xi) - \dfrac{Z_1 - Z_2 - Z_3}{\xi}}$$

является состоятельной оценкой тактового сдвига.

Методы, использованные в работе, позволяют сделать вывод об экспоненциальном убывании с увеличением L верхней границы вероятности ошибки синхронизации. Здесь под ошибкой синхронизации понимается событие, состоящее в том, что оценка тактового сдвига не лежит в ε - окрестности истинного значения.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии. 2018. №9. с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. №2. с. 404-409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоёмкие технологии. 2018. Т. 19. №9. с. 14-20.

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи. 2017. №6. с. 39-44.

[6]. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково. 2017. 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. с. 139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоёмкие технологии, 2017. Т. 18. №7. с. 22-31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоёмкие технологии. 2019. Т.20. №2. с. 66-73.

[10]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК-сплаве Fe-Cu-Ni-Al: MC + MD-моделирование. Физика твёрдого тела. 2019. Т. 61. №4. с. 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). с. 6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[14]. *Korzhavyi A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structures. Metal Science and Heat Treatment. 2018. T. 60. №3-4. c. 200-205.

[15]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. №6. с. 25-29.

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух – твёрдый диэлектрик». Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. №8. с. 46-52.

[17]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестерина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. №5. С. 49-55.

[18]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 09.09.2015.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[20]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[21]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. Т. 31. № 12. С. 964-968.

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

Чухраева Анастасия Игоревна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Н.С. Филянин, Г.Э. Амеличев, Е.А. Панина, А.К. Горбунов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОСТИ ГРУППЫ УПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

В системах цифровой коммутации (далее СЦК) функции управления осуществляют распределённые по системе управляющие элементы (далее УЭ). Физически УЭ регулируются микропроцессорами. Как правило группа микропроцессоров выполняет одну или несколько взаимосвязанных функций управления. Число процессоров в группе определяется интенсивностью потока вызова, поступающего на СЦК и временем выполнения микропроцессорами управляющих задач.

В процессе функционирования некоторые процессоры могут выходить из строя. В таком случае оставшиеся процессоры берут на себя дополнительную нагрузку. Отсюда следует, что число процессоров в группе набирается с избыточностью. В данной работе представлены результаты исследования задачи определения числа управляющих процессоров в СЦК. Особенность работы является то, что число избыточных процессоров определяется в условиях интенсивности отказов процессоров при росте их загрузки.

В работе исследована упрощённая математическая модель группы управляющих элементов как системы процессоров. Предполагается, что на вход системы поступает простейший поток запросов с интенсивностью Λ. В свою очередь обслуживание каждым процессором производится с параметром μ за экспоненциально распределённое время. Отказоустойчивость группы управляющих процессоров обеспечивается введением избыточных процессоров и восстановлением отказывающих в процессе продолжающего функционирования оставшихся в группе. В модели учитывался поток отказов каждого процессора с параметром q, а также поток восстановления с параметром γ. Все распределения отмеченных случайных величин полагались экспоненциальными. Вероятность отказа в обработке запроса $P_{отк}$ выражается через две составляющие:

Π_k - вероятность того, что k процессоров в любой момент времени находятся в нерабочем состоянии

P_k - вероятность того, что в любой момент времени обслуживанием заняты k процессоров.

Для вычисления этих вероятностей были составлены две системы уравнений. После чего, учитывая нормирующие условия, была получена общая вероятность отказа в обслуживании заявок системой

$$P_{отк} = \sum_{s=0}^{n} P_s \Pi_{n-s} + \frac{q\sum_{k=1}^{n} kP_k}{\Lambda} \qquad (1)$$

На этой модели было проведено исследование влияния интенсивности q физических отказов процессоров на вероятность отказа в обслуживании вызовов при разном характере зависимости q от загрузки процессора:

$$\rho = \frac{\Lambda}{\mu} \tag{2}$$

Анализировались зависимости q от ρ - линейная и квадратичная. Введение функциональной зависимости q от ρ приводит к увеличению $P_{отк}$ в обслуживании вызовов. В диапазоне изменения нагрузки ρ от 0,2 до 0,8 наблюдалась инвариантность вероятности отказа в обслуживании вызовов к виду функциональной зависимости – линейной или квадратичной. Разница становится существенной при малой интенсивности восстановления неисправных процессоров и больших нагрузках. Видно, что при $\rho \sim 0,95$ квадратичная зависимость приводит к более резкому увеличению вероятности отказа по сравнению с линейно.

Исследованная модель предполагала независимость интенсивности Λ поступления вызовов от числа занятых источников вызовов (линий), т.е. источников, отдавших свои запросы на обработку процессорам. В действительности по мере роста числа занятых источников уменьшается число свободных абонентов, способных генерировать новые запросы. В этом случае интенсивность Λ поступления вызовов не остаётся неизменной и это явление необходимо учесть, поскольку любая система коммутации работает с конечным числом абонентов (линий).

С этой целью, по аналогии с предыдущей моделью составим систему уравнений, описывающую ненадёжную многопроцессорную систему с конечным числом источников вызовов. Таким образом систему уравнений для отыскания вероятности Π_k составляем без каких-либо изменений, а вероятность P_k определяется из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} -\Lambda_0 P_0 (1-\Pi_n) + (q+\mu) P_1 = 0 \\ [\Lambda_k (1-\Pi_{n-k}) + k(q+\mu)] P_k + (k+1)(q+\mu) P_{k+1} + \Lambda_{k-1} \sum_{j=0}^{n-k} \Pi_j P_{n-1} = 0, k \in [1;n) \\ -n(q+\mu) P_n + \Lambda_{n-1} \Pi_0 P_{n-1} = 0 \end{cases} \tag{3}$$

При этом

$$\begin{cases} \Lambda_k = (N-k)\alpha, при\ \kappa = 0,1,...,\mathrm{n}-1 \\ \Lambda_n = 0 \end{cases} \tag{4}$$

Конечное число источников обозначим через N, а интенсивность поступления вызовов от свободных источников через α. Вероятность отказов в обслуживании определяется отношением числа требований, не получивших обслуживание в момент обращения к процессорам или потерянным в результате отказов к общему числу поступающих вызовов:

$$P_{отк} = \frac{\sum_{s=0}^{m}(N-s)\alpha P_s \Pi_{n-s} + \sum_{k=1}^{n} kqP_k}{\sum_{s=0}^{n}(N-s)\alpha P_s} \quad (5)$$

На основе разработанной модели были построены зависимости $P_{отк}$ от $\rho_1 = \frac{N\alpha}{\mu}$ в предположении линейной и квадратичной зависимостей, а также кривые, отражающие влияние числа процессоров в группе на вероятность отказа в обслуживании заявок. Характерно, что начиная с определённого числа процессоров дальнейшее их увеличение не приводит к уменьшению вероятности отказа и, следовательно, нецелесообразно. Из сравнения результатов исследования обеих систем следует, что и здесь, как в случае неограниченного источника запросов, сохраняются сделанные ранее выводы относительно влияния зависимостей отказов $q = f(\rho)$ на $P_{отк}$. Эти выводы позволяют вести анализ многопроцессорной системы с отказами на основе использования более простой модели с линейной зависимостью q от ρ.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

4. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

6. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

7. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых

транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

9. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. Т.31. № 12. С. 964-968.

Филянин Никита Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: famely.FSA@yandex.ru

Амеличев Глеб Эдуардович - студент, бакалавр КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

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

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Е.А. Панина, А.И. Чухраева, Н.С. Филянин, А.К. Горбунов

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛА

Постоянное развитие авиации заставляет непрерывно совершенствовать радиотехнические средства обеспечения полетов, повышать уровень автоматизации систем управления воздушным движением (УВД). Основным источником информации для автоматизированных систем УВД являются вторичные радиолокационные датчики. В настоящее время в ряде стран разрабатываются усовершенствованные источники полетной информации, основанные на принципах индивидуально–адресного запроса. Одним из основных условий внедрения усовершенствованных источников информации с адресным запросом является их совместимость с существующими техническими средствами обеспечения полётов. В течение длительного периода существующие и адресные источники полетной информации будут работать в едином радиолокационном поле. Таким образом представляет несомненный интерес оценить вероятностные характеристики адресного самолетного ответчика (АСО) в этот переходный период.

АСО должен обеспечивать обработку запросных сигналов во всех режимах и от всех запросчиков, в зоне действия которых он находится. Поскольку АСО может одновременно обслуживать лишь один запросный сигнал, то увеличение количества режимов запроса оказывает непосредственное влияние на вероятность передачи ответного сообщения (или коэффициент готовности ответчика) и, следовательно, на все вероятностные характеристики датчиков цифровой информации систем УВД.

Работа с АСО будет осуществляться в два этапа: ввод в автоматическое сопровождение и автоматическое сопровождение. Как известно, ввод АСО в сопровождение возможен в режимах общего вызова (осуществляется одновременный запрос существующих ответчиков и АСО) или запроса адреса (осуществляется запрос только АСО).

Оценим коэффициент готовности АСО при вводе в сопровождение в режиме общего вызова. Предположим, что АСО находится в зоне действия адресного запросчика и на него воздействует поток запросных сигналов существующих датчиков интенсивностью $\lambda_{вс}$ и поток сигналов подавления боковых лепестков интенсивностью $\lambda_{пбл}$. В общем случае величину $\lambda_{вс}$ можно определить по формуле

$$\lambda_{вс} = \sum_{k=1}^{l} \sum_{i=1}^{m} n_{ik} \Delta_{ik} F_{ik} \left(P_{пл_i} + P_{бл_i} \right), \qquad (1)$$

где n_{ik} – количество запросчиков i – го типа, работающих в k – ом режиме, m – число типов запросчиков, l – число режимов работы АСО, F_{ik} – частота излучения сигналов запросчиком i – го типа, Δ_{ik} – часть периода обзора, на которой запросчик i – го типа работает в k – ом режиме, $P_{пл_i}, P_{бл_i}$ – вероятности наступления на АСО сигналов по главному лепестку запросчика i – го типа и по боковому лепестку соответственно.

При действии в запросном радиоканале внутрисистемных помех может происходить подавление полезных сигналов адресного запросчика по следующим причинам:

1. парализации АСО при излучении ответных сигналов,
2. срабатывания схемы ограничения загрузки АСО,
3. появления ложных опережающих запросных кодов, образующихся в результате взаимодействия импульсов запросного сигнала с импульсами мешающих потоков запросных сигналов и сигналов подавления боковых лепестков,
4. инерционности ответчика,
5. интерференционного подавления импульсов запросного сигнала,
6. блокирования АСО при изучении сигналов другими радиотехническими системами самолета,
7. случайного срабатывания ответчика,
8. воздействия внутриприемных шумов,
9. парализации АСО из-за срабатывания схемы подавления запросов по боковым лепесткам диаграммы направленности антенной системы запросчика,
10. образования ложного запросного кода общего вызова только неадресных самолетных ответчиков.

С учетом вышеприведенных факторов результирующую вероятность выдачи ответного сообщения адресным ответчиком на запрос общего вызова, или коэффициент готовности АСО при вводе в сопровождение в режиме общего вызова можно определить по следующей формуле:

$$P_{\text{св}} = \prod_{\psi=1}^{10}\left(1 - P_{\psi}\right) \qquad (2)$$

где P_{ψ} – вероятность подавления сигнала запроса общего вызова по ψ – ой причине ($\psi = 1, \ldots, 10$).

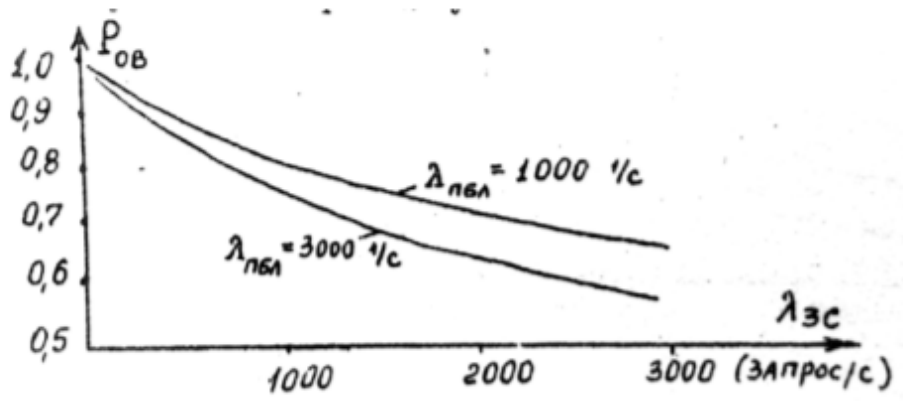


Рис.1

На рис.1 представлена построенная по формуле (2) зависимость коэффициента готовности АСО при вводе в сопровождение в режиме общего вызова от интенсивности внутрисистемных помех для

$$\lambda_{пбл} = 1000, {}^{1}/_{c} \text{ и } 3000\, {}^{1}/_{c}$$

При расчетах предполагалось, что суммарный поток внутрисистемных помех имеет пуассоновское распределение, АСО работает по стандартам Mode S/ ATCRBS, интенсивность помех по адресному каналу полагалась равной нулю.

Оценим коэффициент готовности АСО при вводе в сопровождение в режиме запроса адреса и действии в запросном радиоканале внутрисистемных помех.

Сигнал запроса адреса помимо ранее указанных причин будет подавляться при:

1. появлении ложных опережающих сигналов общего вызова, образующихся в результате взаимодействия первых двух импульсов запроса адреса и импульсов мешающих потоков,

2. подавлении любого из двух первых импульсов запроса адреса,

3. попадании любого импульса мешающих потоков запросных сигналов или сигналов подавления боковых лепестков, амплитуда которых достаточна для искажения сигнала запроса адреса, на интервал информационно-адресной фазоманипулированной посылки (для упрощения бортового оборудования дешифратор АСО предполагается использовать только в режиме обнаружения ошибок).

С учетом отмеченных факторов коэффициент готовности АСО при вводе в сопровождения, в режиме запроса $P_{за}$ адреса можно рассчитывать по формуле (2),положив в ней, что ψ изменяется от 1 до 13.

На рис.2 представлены результаты расчета коэффициента готовности АСО при вводе в сопровождение в режиме запроса адреса в зависимости от интенсивности запросных сигналов для $\lambda_{пбл} = 0\,{}^{1}/_{c}$, $1000\,{}^{1}/_{c}$ и $3000\,{}^{1}/_{c}$. При расчетах предполагалось, что амплитуда мешающих сигналов достаточна для искажения фазоманипулированной информационноадресной посылки.

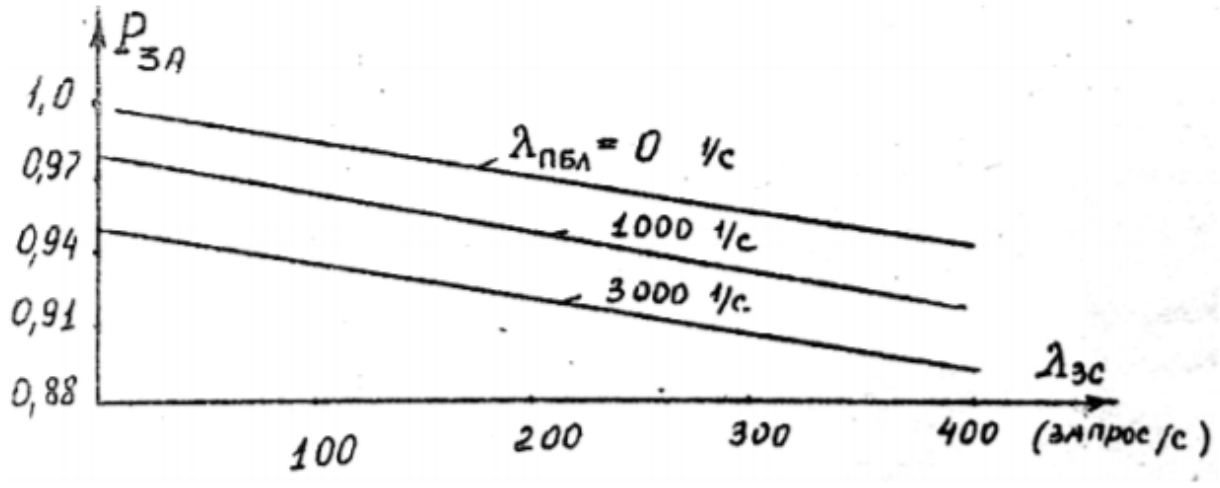


Рис. 2

Анализируя результаты расчетов, представленные на рис.1 и рис.2, можно сделать вывод, что для обеспечения высоких значений (>0,9) коэффициента готовности адресного самолетного ответчика при вводе в сопровождение в режимах общего вызова и запроса адреса интенсивность мешающего потока запросных сигналов не должна превышать $\sim 350\,1/c$ для широкого диапазона значений интенсивности потока сигналов подавления боковых лепестков.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

4. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

6. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

7. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

9. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-

AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205.

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

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

Чухраева Анастасия Игоревна- студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Филянин Никита Сергеевич- студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: famely.FSA@yandex.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Н.Е. Данилевич, Т.С. Китаева, Е.А. Панина, А.К. Горбунов

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬЮ СИГНАЛОВ

Пусть задан класс систем (неадаптивных), отчищающихся некоторым параметром $b \in B$, и способ расчета эффективности $R(a,b)$ каждой системы в среде с заданным n-мерным вектором параметров $a \in A$. Рассматривается адаптивная система, которая при изменении вектора a (состояний среды) изменяет по заданному алгоритму значение $b = b(a)$, возможно обеспечивая тем самым более высокую эффективность функционирования по сравнению с каждой из неадаптивных систем. Целесообразность разработки адаптивной системы может быть установлена на основе ориентировочного расчета эффективности адаптивного алгоритма, т.е. выигрыша, обеспечиваемого адаптивной системой по сравнению с некоторой неадаптивной.

В настоящей работе решена задача оценки эффективности адаптивного алгоритма для сред с произвольной функцией распределения $\delta(x)$ случайного вектора a при фиксированных моментах

$$m_i = \int_A \varphi_i(x) d\delta(x), \; i = \overline{0, n-1} \tag{1}$$

где: $\{\varphi_i(x)\}$ – заданная на A система вещественных функций, $\varphi_0(x) = 1, m_0 = 1$. Рассмотрены примеры анализа алгоритмов управления избыточностью сигналов в системах передачи информации.

Методика оценки эффективности адаптивного алгоритма. При оценке эффективности адаптивного алгоритма предполагается, что в каждом состоянии среды, определяемом соответствующим значением вектора a, адаптивная система функционирует с оптимальным значением управляемого параметра b. При этом ее эффективность в фиксированном состоянии среды определяется значением $R_A(a) = \sup R(a,b)$, где sup вычисляется по $b \in B$. Относительно показателя эффективности R предполагается его осредняемость по множеству состояний среды, так что при заданной функции распределения $\delta(x)$ вероятностей вектора a эффективность адаптивной системы определяется выражением

$$R_A = \int_A R_A(x) d\delta(x)$$

Аналогично, эффективность неадаптивной системы с фиксированным параметром b равна

$$R_H = \int_A R_H(x) d\delta(x),$$

где

$$R_H(x) = R(x, \Delta h)$$

Выигрыш, обеспечиваемый применением адаптивного функционирования в среде с заданной функцией $\delta(x)$, будем оценивать отношением $\eta_\delta = R_A / R_H$. Таким образом, граничные оценки эффективности адаптивного алгоритма в множестве сред с фиксированным вектором моментов (1) могут быть оценены функционалами

$$\eta_{1(2)}^{(m)} = \sup_{(\inf)} \eta_\delta = \sup_{(\inf)} \int_A R_A(x) d\delta(x) / \int_A R_H(x) d\delta(x) \qquad (2)$$

где: $m = (m_1, m_2, ..., m_{k-1})$ и $\sup(\inf)$ определяется по всем функциям распределений $\delta(x)$, удовлетворяющим условиям (1).

Известно, что экстремальные значения (2) при ограничениях (1). Ограниченности и замкнутости множества A достигаются на распределениях, сосредотачивающих вероятностную меру не более, чем в k точках на A. При этом использование равенств (1) позволяет свести задачу нахождения $\eta(m)$ к задачи kn-параметрической оптимизации.

Алгоритм управления избыточностью в системе передачи информации с переспросом. В качестве класса неадаптивных систем (в соответствии с введенной терминологией) рассматривается множества систем передачи информации с переспросом забракованных приемником сигналов. Эффективность системы определяется скоростью передачи информации, которая при последовательной передаче сигналов по каналу без памяти с вероятностью ошибки символа, равной P, определяется выражением: $R(a,b) = (1 - r/b)\exp(bc\ln a)$, где b – длительность анализируемого приемником сигнала, c – параметр, характеризующий алгоритм системы.

Как видно, для каждого значения вероятности ошибки символа P в дискретном канале существует оптимальное значение длины сигнала b. Таким образом, целесообразно рассмотреть адаптивную. Систему, в которой при изменении состояний канала связи (характеризуемых параметром a) осуществляется изменение длины сигнала b.

Результатом расчетов $\eta_1(\overline{a})$ в соответствии с (2) показывают, что при $\overline{P} \le 0{,}316 * 10^{-2}$ и $rc \le 24$ управление параметром b в системе с переспросом не может обеспечить выигрыша в скорости передачи информации более 32%. При уменьшении средней вероятности ошибки предельное значение выигрыша уменьшается.

Адаптивный алгоритм передачи сигналов с управляемой энергией. Рассмотрим возможность адаптации системы передачи информации изменением энергии сигналов (управление мощностью передатчика или длительностью сигналов) при изменении состояний непрерывного канала связи. Для неадаптивной системы вероятность ошибочного приема сигналов является монотонно убывающей функцией $P(ae)$ энергетического коэффициента передачи a канала и энергии e передаваемого сигнала. Если коэффициент передачи a является случайной величиной с функцией распределения вероятностей $\delta(x)$, то средняя вероятность ошибочного приема равна

$$P_H(e) = \int_A P(xe)d\delta(x) \qquad (3)$$

Пусть в адаптивной системе энергия сигнала изменяется таким образом, что в любом состоянии канала вероятность ошибки была постоянна и равна допустимой величине $P(ae) = P_{доп}$. При этом энергия, приходящаяся в среднем на один сигнал в адаптивной системе, равна $e_A = F(P_{доп})m_1$, где: $F(P)$ – функция, обратная $P(x)$, $m_1 = \int_A d\delta(x)/x$

В неадаптивной системе энергия сигнала e_H выбирается такой, чтобы обеспечить $P_H(e_H) = P_{доп}$. Тогда с учетом (3)

$$e_A = m_1 F\left[\int_A P(xe_H)d\delta(x)\right].$$

Так как вероятности ошибок в адаптивной и неадаптивной системах равны то эффективность управления можно оценить по выигрышу в средней энергии сигналов $\eta_1 = \sup e_H / e_A$. Можно получить оценку $\eta_1 = -h_m / 2\ln P_{доп}$, где h_m максимальное отношение энергии сигнала неадаптивной системы к спектральной плотности мощности шума в точке приема. Например, при $h_m \le 20, P_{доп} = 10^{-3}$ энергетический выигрыш, обеспечиваемый управлением энергией сигналов, не может превысить 1.61 дБ.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

4. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

6. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин*

А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б. Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

7. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

9. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205.

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. Т.31. № 12. С. 964-968.

Данилевич Никита Евгеньевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: nikitadaner@gmail.com

Китаева Тамара Сергеевна- доцент кафедры «Высшая математика и физика», канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_MGTU_FIZ@mail.ru

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

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

О.Ю. Семешина, А.Р. Крицкая, А.К. Горбунов

ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КАНАЛОВ

Под оценкой качества канала связи следует понимать любые измерения характеристик канала, позволяющие оценить степень пригодности канала для передачи информации. В такой постановке задача оценки качества канала может быть сведена к задаче оценки качества передачи информации. Вопросам оценки качества каналов связи и качества передачи дискретной информации посвящена обширная литература, включающая как монографии, так и журнальные статьи.

Измерения с целью определения качества каналов могут осуществляться в дискретном и непрерывном канале, свободном и занятом передачей информации.

Категорией измерений, всё шире внедряемых в практику, являются измерения, осуществляемые в адаптивных системах. Они должны проводиться за достаточно короткие промежутки времени и, как правило, на занятых канала. Оценки эффективности такого рода измерений и посвящена настоящая работа.

Не останавливаясь подробно на критериях, используемых для оценки качества каналов, заметим лишь, что чаще всего в качестве обобщенной оценки качества канала связи берётся средняя вероятность ошибки на элемент $P_{ош}$. Такая оценка характеризует качество дискретного канала и определяется как характеристиками канала связи, так и методом передачи и приёма дискретной информации.

Определение оценки $P_{ош}$ возможно путём измерений в дискретном и аналогичном канале или одновременно в обоих. При измерениях в аналогичном (непрерывном) канале используется статическая связь между ошибками и помехами. При измерениях в дискретном канале для определения $\bar{P}_{ош}$ подсчитывается на интервале анализа число ошибочно принятых элементов (ошибочно принятых кодовых комбинаций). Наиболее распространён метод, когда по каналу передаётся испытательная последовательность, сравниваемая на приёмном конце с эталонной. Этот метод имеет следующие недостатки: большое время измерения, занятие канала на время передачи испытательного текста, сложность измерительного оборудования. Кроме того, получаемая таким образом оценка $P_{ош}$ не всегда может быть использована для определения $P_{ош}$ при другом методе приёма и передачи.

К другой группе методов определения $\bar{P}_{ош}$ относятся методы, основанные на использовании следующего соотношения:

$$P_{ош} = \int_{\Omega_Y} P(H/Y)\,\omega(Y), \qquad (1)$$

где Y–вектор контролируемого сигнала или наблюдаемой помехи; P(H/Y)-условная вероятность неправильного приёма; ω(Y)–плотность распределения Y.

На основе (1) можно записать следующий алгоритм оценки качества канала для случая, когда область контроля разбивается на λ подмножеств, для каждого из которых определены вероятности $P^{(i)}(H/Y)$

$$\overline{(P_{ош})} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{L} P^{(i)}\left(\frac{H}{Y}\right) n_i. \qquad (2)$$

Здесь N – объём выборки; n_i – число попаданий Y в i-в подмножество.

Логическим развитием рассмотренных методов оценки являются методы, основанные на использовании комбинированной оценки сигналов

$$\overline{(P_{ош})} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{L} P^{(i)}\left(\frac{H}{Y}, E\right) n_i, \qquad (3)$$

где E – последовательность ошибок на интервале анализа. В качестве последней может быть использована последовательность ошибок, найденная в процессе декодирования.

В основу алгоритмов оценки $P_{ош}$ могут быть так же положены оценки снизу и сверху выражений для $P_{ош}$.

Для оценки эффективности рассматриваемых алгоритмов возьмём в качестве критерия сравнения объём выборки, требуемый для достижения той или иной величины дисперсии оценки. Сравним по этому показателю алгоритм, определяющий (2) с тестовым, основанным на передаче в канал известной испытательной последовательности. Пусть λ – отношение объёмов выборок при заданной дисперсии для тестового и бестестового методов. Тогда можно доказать следующее утверждение.

Пусть $\omega_1(y)$ и $\omega_0(y)$ известные унимодальные плотности распределения контролируемых сигналов при передаче 1 и 0 соответственно. Тогда оценка сверху для отношения объёмов выборок при заданном значении дисперсии оценок

$$\lambda < \frac{1 - 2P_{ош}}{2[1 - P_{ош}]}.$$

Часто число градаций качества выбирается равным двум (L=2). Для этого случая можно доказать следующее утверждение.

Пусть $P = (\frac{H}{Y_1})$ и $P = (\frac{H}{Y_2})$ – вероятности неправильного приёма для $y \in \Omega_1$ и $y \in \Omega_2$ соответственно, причём $\Omega_1 \cup \Omega_2 = \Omega$ и пусть P_1 и P_2- вероятности попадания контролируемого сигнала y в области Ω_1 и Ω_2. Тогда существует такое значение $P_1^*(P_2^* = 1 - P_1^*)$ или такой диапазон значений P_1, в котором λ<1.

Отметим, что использование выражения вида (2) для определения $P_{ош}$ имеет следующие два важных преимущества перед оценкой, основанной на использовании результатов анализа принятой тестовой последовательности: достигается выигрыш во времени анализа при заданной дисперсии оценки, не занимается канал на время оценки.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии. 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018, №2, с. 404-409.

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399, Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

4. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018, Т.19, №9, с.14-20.

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологии. 2017, №6, с. 39-44.

6. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, с. 80.

7. *Лысенко Л.В.,Воронов В.И., Андреев В,В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007, №7, с.139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017, Т.18, №7, с. 22-31.

9. *Маркин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муницыпальных образованиях. Наукоемкие технологии. 2019, Т. 20, №2, с. 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК-сплаве FE-CU-NI-AL: MC+MD-моделирование. Физика твердого тела. 2019. Т. 61. №4. С. 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. № 2(24). С. 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изображение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляции ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изображение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., ,Лысенко Л.В., Шкилев В.Д.,Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изображение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavyi A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* HEAT-REMOVING AND EMITTING COMPOSITIONS BASED ON W AND PD POWDERS: A STUDY OF

THE PRODUCTION PROCESSES AND STRUCTURES. Metall Science and Heat Treatment. 2018. Т. 60. № 3-4. С. 200-205.

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твердого диэлектрика. Электромагнитные волны и электрические системы. 2018. Т. 23. № 5. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчет напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух-твердый диэлектрик». Электромагнитные волны и электрические системы. 2018. Т. 23. № 8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина У.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные *волны и электрические системы. 2018. Т. 23. № 5. С. 49-55.*

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов вольфрам- медь. Патент на изображение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов вольфрам- медь. Патент на изображение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Бухреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изображение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavyi A.P.,Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* INCREASING THE STRENGTH OF THE DEPOSITS OF TITANIUM ALLOYS USING RODS PROCESS BY MICROARC OXIDATION. Welding International.2017. Т. 31. № 12. С. 964-968.

Семешина Олеся Юрьевна - студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: olesya.semeshina@yandex.ru

Крицкая Анна Рудольфовна - доцент кафедры «Высшая математика и физика», канд. пед. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: anna_kritskaya69@list.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

К.И. Медников, И.Н Овчаренко, А.К. Горбунов

ПЕРЕДАЧА ДИСКРЕТНЫХ СООБЩЕНИЙ

Применительно к системам передачи информации принцип адаптации заключается в:

(а) изменении параметров или (и) структуры системы (алгоритма)

(б) на основе прошлого опыта

(в) с целью улучшения эффективности функционирования

(г) в условиях неизвестности (изменчивости) внешних условий.

В зависимости от того, как будет уточнен и формализован каждый из пунктов (а)-(г), приведенного выше неформального («наивного») принципа адаптации, может быть получен тот или иной строгий и формализованный его вариант.

Процесс передачи сообщений можно представить в виде суперпозиции операторов, описывающих последовательность преобразований, которым подвергается исходный сигнал, поступающий от источника сообщения,

$$\hat{S}(t) = K L_{np} L_{n\Delta} S(t)$$

Здесь $S(t)$ - исходный сигнал источника, $L_{n\Delta}$ - оператор передатчика (обобщенное кодирование), K - оператор преобразования сигналов в канале (обычно стохастический), L_{np} - оператор приемника (обобщенное декодирование), $\hat{S}(t)$ - сигнал, поступивший получателю. Оператор $L_{n\Delta}$ есть отображение $L_{n\Delta}\left\{S\right\} \to \Pi_{S_n}$, S_n - конечное множество (алфавит сигналов). В обычных условиях S фиксировано, а при адаптивном управлении сигналами упомянутое изменение структуры (а) осуществляется в виде изменения элемента множества S (сигналов), их числа (объема алфавита) и, возможно, самого отображения $L_{n\Delta}$, а также, в согласованном изменении L_{np}.

Пусть, далее, $\hbar(t)$ - случайный, в общем случае векторный, процесс, зависящий как от внешних условий (состояние канала $\bar{\mu}(t)$), так и от S, и называемый состоянием системы: $\bar{\hbar} = \bar{\hbar}(S, \bar{\mu}(t))$.

При аддитивной помехе типа «белый шум» за параметр состояния часто принимается величина отношения сигнала/помеха. Качество передачи осуществляется функционалами, заданными на траекториях $\bar{\hbar}$:

$$\Phi = \Phi(\bar{\hbar}(S, \bar{\mu}(t))).$$

Традиционные для теории связи задачи синтеза и анализа применительно к рассматриваемой ситуации трансформируется в задачи синтеза алгоритма управления сигналами и анализа эффективности такого управления.

Синтез управления заключается в отыскании:

$$S^* : \Phi(\bar{\hbar}(S, \bar{\mu}(t))) = \max_S (\min) \Phi(\bar{\hbar}(S, \bar{\mu}(t)))$$

Как правило, S принадлежит к некоторому параметрическому классу множеств, $S = S(\bar{\alpha})$. Это означает, что функциональная структура каждого из возможных сигналов задана и адаптация производится путём изменения их параметров. Тогда управление сводится к отысканию вектора параметров:

$$\bar{\alpha} : \Phi(\bar{\hbar}(S, \bar{\mu}(t))) = \max_S (\min) \Phi(\bar{\hbar}(S, \bar{\mu}(t))).$$

В процессе функционирования системы задача должна решаться многократно, в пределе – непрерывно. Из изложенного следует, что алгоритм управления определяется методом решения экстремальной задачи и способами её аппаратурной и программной реализации.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии. 2018. №9. с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. №2. с. 404-409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоёмкие технологии. 2018. Т. 19. №9. с. 14-20.

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи. 2017. №6. с. 39-44.

[6]. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково. 2017. 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. с. 139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоёмкие технологии, 2017. Т. 18. №7. с. 22-31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно

развитых муниципальных образованиях. Наукоёмкие технологии. 2019. Т.20. №2. с. 66-73.

[10]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК-сплаве Fe-Cu-Ni-Al: MC + MD-моделирование. Физика твёрдого тела. 2019. Т. 61. №4. с. 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). с. 6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[14]. *Korzhavyi A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structures. Metal Science and Heat Treatment. 2018. T. 60. №3-4. c. 200-205.

[15]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. №6. с. 25-29.

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух – твёрдый диэлектрик». Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. №8. с. 46-52.

[17]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестерина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т. 23. №5. С. 49-55.

[18]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 09.09.2015.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[20]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[21]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T. 31. № 12. C. 964-968.

Медников Кирилл Игоревич - студент ИТД.Б-31 Студент КФ МГТУ им. Баумана. E-mail: k.mednikov35@gmail.com

Овчаренко Игорь Николаевич - старший преподаватель кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_mgtu_fiz@mail.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

А.Ю. Богомолов, А.Р. Крицкая

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

Информационные сети представляют собой пример достаточно сложных систем, которые характеризуются наличием большого числа разнообразных внутренних связей, т.е. богатством своей внутренней структуры.

Информационные сети (например, сети связи) интересны как существенная и непременная часть автоматизированных систем управления. Кроме того, имеет самостоятельный интерес автоматизация самих информационных систем.

Основное требование, предъявляемое к функционированию информационной сети, состоит в необходимости обеспечения быстрой и надежной передачи по заданным направлениям информационного обмена как можно большего числа поступающих в сеть сообщений.

Надежность доставки информации определяется вероятностью доведения некоторого массива информации с потерей достоверности, не превышающей заданного уровня, и за время, не превышающее нормы времени доставки в реальных условиях работы сети.

Отдельные элементы сети обладают конечной надежностью, причем эти характеристики постоянно меняются и могут выходить за пределы предъявляемых к ним требований (отказ элементов). При этом желательно, чтобы параметры надежности информационной сети, как системы в целом, оставались в пределах допустимого, Понятия, что надежное функционирование системы, в состав которой входят и ненадежные элементы, возможно ли за счет богатства внутренних взаимосвязей элементов системы, их взаимозаменяемости (конечно, в определенном смысле).

Элементы сети, не использующееся в конкретный момент для осуществления определенной (основной) задачи, находятся как бы в горячем резервировании и могут использоваться в это время для осуществления других задач. При необходимости же некоторые из них могут заменить (вообще говоря, неадекватно) отказавший элемент или группу элементов (линии, узлы связи). Примером этого на сети является использование обходного маршрута для передачи сообщения между двумя соседними узлами, если использование непосредственного канала или пучка каналов между ними стало невозможным.

Такая постановка анализа надежности информационных сетей включает в себя их весьма важные вопросы живучести. При этом стоит задача обеспечения достаточно качественного функционирования сети при условии возможности поражений отдельных ее элементов и целых участков. Именно наличие достаточной структурной избыточности сети и эффективное использование ее в осуществляемых на сети алгоритм управления может позволить успешно решать задачу обеспечения высокой живучести информационной сети.

В предположении заданности структуры сети, технологического обеспечения ее элементов и требуемого качества функционирования сети в целом, а

также ее подсистем, все тяготы по обеспеченных заданных требований по надежности сети ложатся на алгоритм управления ее функционированием. Пути решения этой задачи обязательно включают в себя оптимизацию алгоритмов обслуживания на сети, с одной стороны, оптимальную организацию и сочетание различных видов избыточности сообщений, с другой стороны.

Возможны различные способы организации избыточности сообщений. Наиболее распространенные из них - временная я кодовая избыточность. В современных системах передачи данных используется оба метода организации избыточности в комплексе. Например, применяя коды, обнаруживающие ошибки и блок информации, в котором обнаружена ошибка, передают повторно, вплоть до получения подтверждения о правильном приеме.

Использование в информационных сетях радиоканалов характеризующихся большей частотой ошибок и общей ненадежностью связи, значительно снижает эффект от использования ходовой и временной избыточности по сравнению с проводными каналами связи. При этом вполне реальна ситуация, когда сообщения приходится передавать по радиосети, элементы которой выходят за пределы требований по надежности, т.е. являются в этом смысле ненадежными. В таком случае, для повышения надежности функционирования сети до заданного уровня предлагается использовать избыточность передаваемой информации, основанную на избыточности структуры самой сети (сетевая избыточность информации).

Суть такой избыточности состоит в одновременной посылке каждого пакета информации по пучку маршрутов некоторого диаметра. Маршруты пучка при этом не являются, вообще говоря, независимыми. Соответствующая задача маршрутизации тогда сводится к задаче определения оптимального "диаметра" пучка маршрутов доставки пакетов сообщений, которого требует заданный уровень надежности.

Информационная сеть описывается мультиграфом $G(X,V)$,

где $X=\{x\}$ - множество вершин графа (узлы сети); $V=\{\nu\}$ - множество дуг графа (каналы сети).

Мультиграф является взвешенным, т.е. каждой его дуге сопоставлена величина P_ν - вероятность надежной передачи одного бита информации между парой узлов по ν-му каналу (полагая узлы связи абсолютно надежными).

Пусть $I=\{i\}$ - множество различных маршрутов на сети. При этом два маршрута, проходящие через одно и то же множество узлов по сети, считаются различными, если в них использованы различные каналы связи.

Считаем отказы элементов сети независимыми событиями. Тогда надежность i-го маршрута на сети будет равна

$$P_i=\prod_{\nu\le i}\left(P_\nu\right)^{1/\mu}, \qquad (1)$$

где $1/\mu$ - средняя длина сообщений.

Задано ограничение на надежность передачи информации P_0, т.е. маршрут считается ненадежным, если

$$P_i < P_0 . \qquad (2)$$

Обозначим $I_k(l)$ - некоторый пучок из l маршрутов. Очевидно

$$I_k(l) \subset I , \ \bigcup_k I_k(l) = I . \qquad (3)$$

Если маршруты пучка являются независимыми (не имеют общих элементов) то надежность $P_{I_k(l)}$ соответствующего информационного направления определяется по известной формуле параллельного соединения

$$P_{I_k(l)} = 1 - \prod_{i \in I_k(l)} \left(1 - P_i\right) = 1 - \prod_{i \in I_k(l)} \left[1 - \prod_{\nu \in i} (P_\nu)^{1/\mu} \right]. \qquad (4)$$

В общем случае различные пути могут содержать общие элементы и отказы их будут коррелированы. Тем не менее, соотношение (4) применимо и в этом случае, однако следует пользоваться правилом

$$P_\nu \cdot P_\nu = P_\nu . \qquad (5)$$

Теперь можно сформулировать задачу маршрутизации при сетевой избыточности информации, т.е. задачу определения на заданном направлении обмена пучка маршрутов минимального диаметра, позволяющего достичь требуемого уровня надежности обмена. Найти

$$I_k^* = \min_l I_k(l) . \qquad (6)$$

при выполнении условия

$$P_{I_k}(l) \geq P_0. \qquad (7)$$

Для решения поставленной задачи можно применить известные алгоритмы нахождения K кратчайших путей на графе. Очевидным недостатком такого подхода является неопределенность величины K и потому необходимость после нахождения очередного пути проверять условие(7). Кроме того, полученное таким образом множество путей может сильно пересекаться, что в реальной сети вызовет нежелательную перегрузку некоторых элементов.

Нами предложен алгоритм, основанный на оригинальном методе древесной декомпозиции сетевого графа, позволяющий подучить требуемое в соответствии с (6) - (7), множество путей на заданном направлении обмена. Трудоемкость алгоритма не превосходит соответствующей величины для алгоритма Йена, т.е. порядка Kn^3 операций.

"Диаметр" получаемого с помощью этого алгоритма пучка определяется в процессе его работы как функция наложенных ограничений на функционал P .

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энер-

готехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 , Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. № 9. С. 14-20

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44.

[6]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов Вестник университета. 2007. № 7. С. 139-149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. № 7. С. 22-31.

Богомолов Андрей Юрьевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kt1895@mail.ru

Крицкая Анна Рудольфовна - доцент кафедры «Высшая математика и физика», канд. пед. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: anna_kritskaya69@list.ru

А.Д. Чикишев, О.И. Чурилин, И.Н.Овчаренко

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИЗБЫТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

В качестве математической модели некоторой системы связи рассматривается система обыкновенных дифференциальных уравнений

$$x'(t) = Ax(t) + f(t), \qquad t \in R^1, \qquad x(t), \qquad f(t) \in R^n$$

Решается задача оценивания $n \times n$ – матрицы A по векторам состояния $x(t)$ и входа $f(t)$, измеренным на интервале $[0,T]$ с постоянным шагом дискретизации h в виде последовательности векторов $x(ih)$ и $f(ih)$, $i = 0,1,\dots,m$, $m = entier(T/h)$, где число измерений m избыточно в том смысле, что $m > 2\hbar n$, $\hbar$ - натуральное число.

Вводятся матрицы

$$X(t) = \big(x(t),\ x(t+\hbar h),\ x(t+2\hbar h),\dots,\ x(t+\hbar(n-1)h)\big),$$
$$F(t) = \big(f(t),\ f(t+\hbar h),\ f(t+2\hbar h),\dots,\ f(t+\hbar(n-1)h)\big),$$

удовлетворяющие матричному дифференциальному уравнению

$$X'(t) = AX(t) + F(t)\ ,$$

Отсюда, после замены $x'((i+1)h$ на $(x\big((i+1)h\big) - x(ih))/h$, $i = 0,1,\dots,\ m-1$, и суммирования матриц левой и правой частях этого равенства при $t = ih$ по i от 1 до m получается линейное алгебраическое уравнение относительно искомой матрицы A

$$(X(ph) - X(0))/h = AZ + Y,$$

где

$$Y = \sum_{i=1}^{p} F(ih),\ Z = \sum_{i=1}^{p} X(ih), p = m - \hbar n + \hbar$$

С целью уменьшения влияния ошибок измерений и минимизацию объема вычислений матрица A оценивается по следующей формуле

$$A = ((X(ph) - X(0))/h - Y)Z^{+},$$

где Z^{+} - псевдообратная матрица матрицы Z, вычисляемая, например, по алгоритму Гревилля. Число $\hbar$ является параметром настройки метода, влияющим как на обусловленность матрицы Z, так и на зависимость Y и Z от помех при измерении $f(t)$ и $x(t)$.

При нахождении матриц Y и Z непосредственно по приведенной формуле производится более mn сложений n-векторов. Столбцы $z_1, z_2, \dots, z_n$ матрицы Z удовлетворяют рекуррентным уравнениям

$$z_1 = \sum_{i=0}^{n-2} u(i, \hbar h) + \omega,$$
$$z_{i+1} = z_i - u\big((i-1)\hbar h\big) + u\big(\big(m - \hbar(n-i)\big)h,\ i = 1,2,\dots,n-1,$$

где $$u(t) = \sum_{i=1}^{\hbar} x(t+ih),\ \omega = \sum_{i=\hbar(n-1)+1}^{p} x(ih)$$

Аналогичной рекурсией связаны столбцы матрицы Y. Для получения на ЭВМ матриц Y и Z с применением указанных рекурсий требуется выполнить только $2(m+n-2)$ операций типа сложения n-векторов. При необходимости аддитивные векторные операции могут осуществляться посредством параллельных вычислений.

Список литературы

1. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9, с. 9-13.

2. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с. 404-409

3. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пат. №2655399 Российская Федерация, опубл. 04.03.2016

4. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т. 19. №9. С.14-20

5. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологи, 2017, №6, с. 39-44

6. *Бороков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

7. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. Вестник университета. 2007. №7. С. 139-149.

8. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т. 18. №7. С. 22-31.

9. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, 2019, Т.20, №2, с 66-73.

10. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

11. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

12. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

13. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

14. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

15. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205.

16. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

17. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

18. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

19. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

20. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

21. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

22. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

Чикишев Андрей Денисович - студент ИТД.Б-32 КФ МГТУ им. Н.Э. Бауман. E-mail: chikischev2012@yandex.ru

Чурилин Олег Игоревичстудент ИТД.Б-32 КФ МГТУ им. Н.Э. Бауман. E-mail: dima.ty.12@mail.ru

Овчаренко Игорь Николаевич - ассистент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ino1963@yandex.ru

Мьо Ти Ха, В.И. Кристя

РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ НА КАТОДЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛАБОТОЧНОГО ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

Одной из их основных характеристик газоразрядных приборов является напряжение зажигания разряда, равное минимальной разности потенциалов между электродами, при которой возникает слаботочный разряд, который затем переходит в тлеющий разряд [1]. Его величина U_d в значительной степени определяется процессом эмиссии электронов с катода, характеризующимся эффективным коэффициентом ионно-электронной эмиссии γ_{eff}, равным среднему числу эмитируемых электронов в расчете на один ион, падающий на катод. Увеличение γ_{eff} и, следовательно, уменьшение U_d может быть достигнуто путем формирования на катоде тонкой диэлектрической пленки. При протекании разрядного тока в диэлектрике возникает электрическое поле, достаточное для возникновения полевой эмиссии электронов из металлической подложки электрода в пленку [2]. Некоторая доля таких электронов δ_f, называемая эмиссионной эффективностью пленки, может преодолевать потенциальный барьер на границе и выходить в разрядный объем, увеличивая γ_{eff} и снижая тем самым напряжение поддержания разряда. Однако влияние этого фактора на характеристики слаботочного разряда до настоящего времени изучено недостаточно.

В данной работе сформулирована модель слаботочного газового разряда при наличии на катоде тонкой диэлектрической пленки и исследовано ее влияние на характеристики такого разряда.

Пусть слаботочный разряд происходит в промежутке длины d между плоскими параллельными катодом и анодом. Если на катоде находится диэлектрическая пленка толщиной H_f, при бомбардировке катода ионами, поступающими из разряда, на ее поверхности накапливается положительный заряд, создающий в ней электрическое поле с напряженностью E_f. При достижении ею величины порядка 10^8 В/м начинается полевая эмиссия электронов из металлической подложки катода в зону проводимости пленки, макроскопическая плотность тока которой определяется формулой Фаулера–Нордгейма [3, 4]:

$$j_f = \left(as_f E_f^2 \big/ t^2(y_0)\varphi_b\right)\exp\left(-bv(y_0)\varphi_b^{3/2} \big/ E_f\right), \tag{1}$$

где

$$v^2(y_0) = 1 - y_0^2 + (1/3)y_0^2 \ln y_0,$$

$$t^2(y_0) = 1 + (1/9)y_0^2(1 - \ln y_0),\ y_0 = c(E/\varepsilon_f)^{1/2} \big/ \varphi_b,$$

$$c = 3.79 \cdot 10^{-5}\ \text{эВ} \cdot \text{В}^{-1/2} \cdot \text{м}^{1/2},$$

$\varphi_b = \varphi_m - \chi_d$ – высота потенциального барьера на границе подложки и пленки, φ_m – работа выхода подложки, χ_d и ε_f – электронное сродство и высокочастотная диэлектрическая проницаемость материала пленки, s_f – доля поверхности границы металл-диэлектрик вблизи вершин ее рельефа, с которой, вследствие усиления на них напряженности электрического поля, осуществляется полевая электронная эмиссия.

Напряженность электрического поля E_f в пленке в установившемся режиме разряда может быть найдена из условия равенства плотности разрядного тока и макроскопической плотности тока полевой электронной эмиссии в пленку $j = j_f$, эмиссионная эффективность пленки определяется выражением [2, 4]:

$$\delta_f = 1 - \exp\left(-\frac{H_0}{\lambda_e}\right)\sum_{n=0}^{\infty}\frac{H_0^n}{n!\lambda_e^n}\left(1+\frac{\varepsilon_{en}}{\varepsilon_d}\right)\exp\left(-\frac{\varepsilon_{en}}{\varepsilon_d}\right), \quad (2)$$

где $\varepsilon_{en} = eH_f E_f - \varphi_m - n\Delta\varepsilon$, а эффективный коэффициент ионно-электронной эмиссии катода при этом равен [4]:

$$\gamma_{eff} = \left(\gamma_i + \delta_{fe}\right)\Big/\left(1 - \delta_{fe}\right), \quad (3)$$

где γ_i – коэффициент ионно-электронной эмиссии материала катода, $\delta_{fe} = f_{es}\delta_f$, $H_0 = H_f - H_t$, H_t – ширина потенциального барьера на границе металл-диэлектрик, f_{es} – доля эмитированных с катода электронов, не возвращающихся на катод вследствие рассеяния на атомах рабочего газа, λ_e и $\Delta\varepsilon$ – средняя длина пробега электрона в пленке между его столкновениями с фононами и теряемая при таком столкновении энергия.

Условие существования слаботочного разряда в межэлектродном промежутке имеет вид [1]:

$$\alpha(E_d)d = \ln(1 + /\gamma_{\text{eff}}), \quad (4)$$

где $E_d = U_d/d$ – напряженность электрического поля в разрядном промежутке, $\alpha\left(E_d\right)$ – ионизационный коэффициент рабочего газа.

Плотность же разрядного тока j может быть найдена из уравнения разрядной цепи:

$$U_d + E_f H_f + RSj = U_0, \quad (5)$$

где U_0 – приложенное внешнее напряжение, R – балластное сопротивление, S – площадь поверхности катода, занятая разрядом.

Уравнения (1) – (5) образуют систему, позволяющую рассчитать характеристики слаботочного разряда при наличии на катоде тонкой диэлектрической пленки как функции плотности разрядного тока.

Расчеты проводились для разряда в аргоне с алюминиевым катодом без диэлектрической пленки и при наличии на его поверхности пленки оксида алюминия толщиной $H_f = 12$ нм. Использовались следующие значения па-

раметров [4]: $d = 1$ мм, $p = 400$ Па, $\gamma_i = 0.03$, $\varphi_m = 4.0$ эВ, $\chi_d = 2.0$ эВ, $\varepsilon_f = 3$, $s_f = 10^{-3}$, $\lambda_e = 0.3$ нм, $\Delta\varepsilon = 0.125$ эВ.

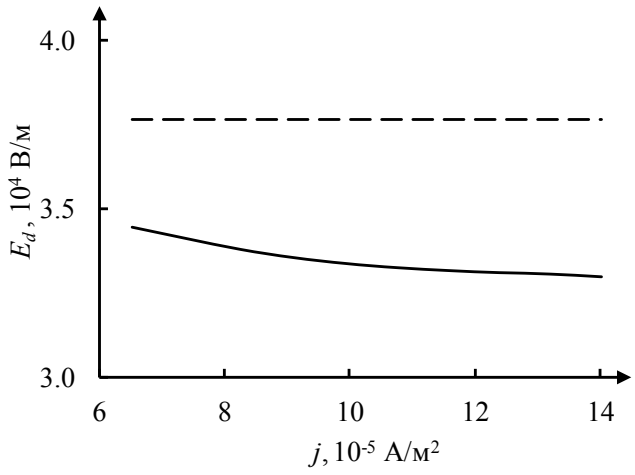


Рис.1. Зависимость напряженности электрического поля от плотности разрядного тока без диэлектрической пленки (*штриховая линия*) и с пленкой (*сплошная линия*)

Полученные зависимости напряженности электрического поля E_d в разрядном промежутке от плотности разрядного тока j приведены на рис. 1. Из него следует, что характеристики разряда с металлическим катодом не зависят от плотности разрядного тока, что согласуется с экспериментальными данными [1]. При наличии же пленки на катоде напряженность электрического поля в разрядном промежутке E_d, а следовательно, и напряжение поддержания разряда $U_d = E_d d$ имеет заметно меньшую величину, чем при ее отсутствии.

Список литературы

[1]. *Райзер Ю.П.* Физика газового разряда. — Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2009. — 736 с.

[2]. *Кристя В. И., Мьо Ти Ха, Фишер М. Р.* Моделирование влияния толщины диэлектрической пленки на поверхности катода на его эффективный коэффициент электронной эмиссии в слаботочном газовом разряде // Поверхность. — 2019. — № 4. — С. 79.

[3]. *Forbes R.G.* Simple good approximations for the special elliptic functions in standard Fowler-Nordheim tunneling theory for a Schottky-Nordheim barrier // Appl. Phys. Lett. — 2006. — V. 89. — No. 11. 113122.

[4]. Bondarenko G.G., Kristya V.I., Savichkin D.O. Modeling of the effect of field electron emission from the cathode with a thin insulating film on its emission efficiency in gas discharge plasma // Vacuum. — 2018. — V. 149. — P. 114.

Мьо Ти Ха - аспирант КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: myothiha53@gmail.com

Кристя Владимир Иванович - д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kristya@bmstu-kaluga.ru

Д.И. Крошкина, А.Л. Лысенко, А.К. Горбунов

СИСТЕМА СО СЛУЧАЙНЫМ МНОЖЕСТВЕННЫМ ДОСТУПОМ

Пусть имеется М независимых источников, синхронизированных с точностью до одного такта. На каждом такте *i*-ый источник выдает символ из фиксированного алфавита с постоянной вероятностью λ_i.

$i = \overline{1, M}$. $\lambda = \sum_{i=1}^{M} \lambda_i \leq 1$ — средняя скорость для М источников. Все источники используют общий канал (синхронный) с фиксированной пропускной способностью и фиксированными алфавитами на входе и на выходе. Канал выдает символ стирания, если происходит наложение передаваемых символов двух и более источников. Алфавиты источников и канала будем считать совпадающими.

Передача сообщений организуется с помощью непрерывной последовательности кадров длины Т тактов (затраты на синхронизацию не учитываются). Начало каждого кадра известно всем источникам с точностью до такта. Источник, имеющий сообщение длины *K*, кодирует его в слово длиной *T* символов и независимо от других источников передает в канал с момента, соответствующего началу очередного кадра. Если *t* источников занимает один кадр, то в канале происходит наложение *t* кодовых слов. Это событие будем называть *t* – конфликтом.

Известны различные методы кодирования для каналов с множественным доступом и соответствующие им области пропускных способностей. К сожалению, известные методы неконструктивны в том смысле, что каждый источник должен хранить в памяти все используемое им множество ходовых слов, а декодирование связано с перебором по объединению множеств кодовых слов всех источников. Ниже рассматривается более конструктивный метод кодирования, допускающий конфликты кратности 2 и более на основе кодов Рида-Соломона.

Метод кодирования использует композицию двух кодов РС над GF(q) один из которых имеет параметры (N,N-t+1, t) и служит для исправлений t-1 стираний, а другой – с параметрами (N,2, N-1) используется для распределения позиций кадра между источниками.

Распределение позиций кадра. Каждое кодовое слово кода (N,2, N-1) РС представим двоичной матрицей размера N*q, в которой *i*-ый столбец представляет *i*-ый символ кодового слова двоичным вектором длины q и веса I с координатами (0,α0, … , αq-2). Развертывая эту матрицу по строкам или столбцам получаем двоичную распределяющую последовательность длины Nq веса N. Каждая из q2 таких последовательностей приписывается одному из источников (или получателей) и ее единицы определяют позиции кадра, используемые для передачи сообщения (по существу, это последовательность представляет адрес).

Выбор (N12, N-1) кода РС обусловлен тем, что любая пара кодовых слов совпадает не более чем в одной позиции (N≤q). Отсюда следует, что сообще-

ния о любой пары источников могут накладываться только в одной позиции. В случае t-конфликта число стираний в любом из принимаемых слов не превышает t - 1.

Для исправления t - 1 или меньше стираний сообщение каждого источника достаточно кодировать (N,N-t+1, t) кодом РС. Если в обычном представлении элемент поля символа кода РС занимает l позиций, то достаточно использовать l копий распределяющий последовательности. Итак, для любого t построены непересекающиеся множества кодовых слов A_i, $i = 1, q^2$, с параметрами T=N*q*l, R=(N-t+1)*l/N*q*l.

Если $\lambda_i = \lambda_0$, $i = \overline{I, M}$, то $i - ый$ источник использует одно из кодовых A_i (распределяющая последовательность вычисляется, например, как кодовое представление адреса).

Пусть λ_i различны и $\lambda_i = \lambda * P_i/Q$, Q=$\sum_{i=1}^{M} P_i$. В этом случае q≥$\sqrt{Q}$ и *i*-ый источник использует P_i кодовых множеств A_i, $i = \overline{I, Q}$. В дальнейшем будем считать, что имеется Q≥M источников со скоростью $\lambda_0 = \lambda/Q$.

Организация случайного доступа в канал существенно использует буферные накопления и случайный механизм разгрузки буфера. Каждый источник загружает символами в собственный буфер. За время передачи одного кадра буфер накапливает в среднем $\lambda * T$ символов и с фиксированной вероятностью выдает в канал блок из K символов, $\lambda * T \leq \delta * K$. Кратность конфликта t является случайной величиной с биномиальным распределением с параметрами Q и δ.

Обозначим ε вероятность того, что кратность конфликта в кадре превысит порог t_0. Ограничивая управляемую кодом кратность конфликта величиной t_0, получим среднею вероятность стирания хотя бы одного сообщения в кадре, равную ε.

Оценку придельной скорости системы найдем в предположение, что ε фиксировано и $Q \to \infty$.

$$\lambda \leq \frac{Q*\delta*K}{T} = Q*\delta*K \qquad (1)$$

Используя известные оценки биномиальных сумм, получим

$$Pr(t > t_0) = \sum_{t=t_0+1}^{Q} C_Q^t \delta^t (1-\delta)^{Q-t} \leq 2^{-Q*E\left(\delta, \frac{t_0}{Q}\right)} \leq \varepsilon. \qquad (2)$$

Так как обе величины δ и t_0 произвольны $(\delta < \frac{t_0}{Q})$, то всегда можно получить решение (2) Вида $t_0 = (I + Z) * \delta * Q$, где $Z > 0$ - любая заданная константа. Отсюда получаем при $N = q$

$$\lambda \leq R\frac{t_0}{1+Z} = Rq(1-Rq) * \frac{N}{q} * \left(1 - \frac{Z}{1+Z}\right) \leq \frac{1}{4} + q(1). \qquad (3)$$

Предел $\lambda = \frac{I}{4}$ достигается (асимптотически) при любом ε и достаточно большом Q в точке $R * q = I/2$; причем $K = t_0 * l$, $t_0 = N/2$, $l = \log N$, $N - \sqrt{Q}$, $\delta = \frac{I}{2Q}$, $T = Q * \frac{\log Q}{2}$.

Декодирование кадра с t – конфликтом выполняется или общим декодером за t шагов или индивидуальным декодером каждого получателя за один шаг (или Pi шагов, если Q > M). На i-ом шаге для одного из t-i+1 еще не декодированных сообщений выделяется распределяющая последовательность с помощью (N,2,N-1) когда РС и затем декодируется само сообщение на выделенных позициях кадры (N,N/2+1,N/2) кодом РС.

Декодирование заканчивается, когда каждая ненулевая позиция кадра войдет хотя бы в одно из декодированных сообщений.

Выделение t распределяющих последовательность выполняется не более чем за t(t+1)/2 попыток. Так как каждая последовательность задается только двумя символами (N,2,N-1) кода РС, то достаточно выбрать 2q позиций кадра, предоставляющих первые два символ кодового слова. На *i*-ом шаге проверяются $t - i$ пар значений символов (первый фиксируется, а второй пробегает оставшиеся значения).

Описанный метод кодирования и случайного доступа позволяет так же построить систему с кодовой коммутацией сообщения. Для второго $i - ый$ источник использует кодовое множество A_j, $j = \overline{I, Q}$, для передачи $i - ому$ получателю или кодовое множество A_{ij}в системе без блокировок.

Рассмотренное кодирование в сочетании с широковещательной обратной связью позволяет построить систему с резервированием, которая при любой заданной вероятности ошибки и достаточно большом Q обеспечивает (асимптотически) среднюю скорость передачи –

$\lambda = K/(K + q)$, $0 < \lambda < I$, при длине кадра $T = Q * \log Q/2(I - \lambda)$.

Оптимальные параметры кодов: (N, I, N) и $(N, 2, N - 1)$, $N = \sqrt{Q} = q$. В каждом кадре выделяется $N - I$ окон длины $(K - i) * l$ позиций, $l = \log N$, для передачи N-I сообщений длины K-I символов и еще одно окно длины Nql для передачи не более $N - I$ заявок на резервирование окон в следующем кадре. Каждый источник декодирует возвращенное по обратному каналу окно с заявками и вычисляет номер своего окна в следующем кадре.

Список литературы

[1]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твердого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №6. С. 25-29.

[2]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Расчет напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух-твердый диэлектрик. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №8. С. 46-52.

[3]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавин А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №5. С. 49-55.

[4]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[5]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[6]. *Шкилев В.Д., Федоренко Е.И., Букреев И.П., Коржавый А.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[7]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность начно-образовательных центров, функционирующий в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии. 2019. Т.20 №2. С.66-73.

[8]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК- сплаве FE-CU-NI-AL: MC+MD- моделирование. Физика твердого тела. 2019. Т.61. №4. С.4. 724-731.

[9]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерд Н.Д.* Анализ перспективных потентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). С.6-15.

[10]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[11]. *Шкилев В.Д., Брокмиллер Н.Н., Мелещенко Д.И., Коржавый А.П.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[12]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пит. №2655399, Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[13]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding international. 2017. T. 31 №12. C/ 24-30.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

Крошкина Дарья Игоревна - студент КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. E-mail: kroshkina203@mail.ru

Лысенко Андрей Леонидович - доцент, канд.техн.наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Горбунов Александр Константинович - профессор кафедры «Высшая математика и физика», д-р физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

П.Е. Белоножко, И.Н. Радченко

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ДЛЯ СЖАТИЯ ДАННЫХ

Наличие корреляционных связей в первичных сигналах, которые, как правило, распространяются на большое число отсчетов, разнесенных во времени, позволяет предсказать значения текущих отсчетов по ранее переданным и тем самым уменьшить (сжать) объем передаваемых по каналу данных. Существующие линейные методы прогноза основаны на теории А.Н. Колмогорова – Н. Винера и независимо от выбора прогнозирующих функций не могут обеспечить дисперсии ошибки прогноза меньше

$$\sigma_n^2 = \sigma_\rho^2 (1 - e^{-2\alpha\tau_n}),$$

где σ_n^2 - дисперсия прогнозируемого сигнала, d – параметр, характеризующий ширину спектра сигнала.

Уменьшить дисперсию ошибки прогноза можно, если использовать экстраполяторы, построенные на основе передаточной функции вида [2] (при p = 1)

$$K(j\omega) = \frac{2}{1 + pe^{-j2\omega\tau_n}} = \frac{e^{j\omega\tau_n}}{\cos(\omega\tau_n)}. \qquad (1)$$

Числитель выражения (1) соответствует передаточной функции идеального экстраполятора, а знаменатель определяет ошибку прогноза, которая будет иметь периодический характер и явно выраженный максимум на критической частоте $\omega_{кр} = \frac{\pi}{2\tau_n} + \frac{\pi n}{2}$. Чтобы обеспечить минимальную ошибку прогноза в области эффективной ширины спектра прогнозируемого сигнала, время прогноза τ_n необходимо выбирать достаточно малым, что не всегда соответствует требуемому времени прогноза. Расширить диапазон времени прогноза при неизменной величине ошибки можно последовательным соединением устройств с передаточной функцией (1). Тогда время прогноза экстраполятора будет равно $\tau_э = n\tau_n$, а его передаточная функция при p = 1 примет вид

$$K_n(j\omega) = \frac{e^{j\omega n\tau_n}}{\cos^n(\omega\tau_n)}, \qquad (2)$$

Однако, в этом случае синтезированное устройство является неустойчивым. Избежать этого можно следующими способами:

1. Выбрать p < 1. Тогда выражение (2) преобразуется к виду

$$K_n(j\omega) = \frac{2^n e^{j\omega n\tau_n}}{(e^{j\omega\tau_n} + pe^{-j\omega\tau_n})^n} = \frac{2^n e^{j\omega n\tau_n}}{A^n e^{-jn\psi}}, \qquad (3)$$

где

$$A=\sqrt{[(1+p)\cos(\omega\tau_n)]^2+[(1-p)\sin(\omega\tau_n)]^2}\ ,\ \psi=\frac{(1-p)\sin(\omega\tau_n)}{(1+p)\cos(\omega\tau_n)}$$

Коэффициент p необходимо выбирать вблизи единицы, так как его уменьшение увеличивает дисперсию ошибки прогноза, определяемую

$$\sigma_n^2=\frac{1}{\pi}\int_0^\infty S(\omega)\left|1-\frac{2^n}{A^n e^{-jn\psi}}\right|^2 d\omega. \qquad (4)$$

2. Выбрать вместо (1) передаточную функцию вида

$$K(j\omega)=\frac{d}{1+B}, \qquad (5)$$

где

$$B=\begin{cases} e^{-j2\omega\tau_n}, 0\le\omega\le\omega_1; \\ D, \omega>\omega_1. \end{cases}$$

d и D – некоторые постоянные коэффициенты. Величина ω_1 должна быть больше эффективной ширины спектра прогнозируемого сигнала, но меньше критической. Решить задачу синтеза устройства с передаточной функцией (5) можно с помощью метода наименьших квадратов.

Устройства прогноза случайных сигналов, построенные согласно рассмотренного метода, являются патентоспособными и позволяют уменьшить дисперсию ошибки прогнозы.

Эффективность применения рассмотренных экстраполяторов в ДИКМ можно сравнить с системами ИКМ. Применение таких экстраполяторов позволяет в $M=\frac{\sigma_1^2}{\sigma_n^2}$ раз уменьшить мощность исходного сигнала за счет линейного предсказания. Коэффициент сжатия при ДИКМ определяется выражением

$$L=\log\frac{\sigma_\rho^2}{\sigma_q^2}/\log\frac{\sigma_n^2}{\sigma_q^2}, \qquad (6)$$

где σ_q^2 - дисперсия ошибки квантования. Очевидно, что при одинаковом шуме квантования с уменьшением дисперсии ошибки прогноза увеличивается коэффициент сжатия данных.

Таким образом, предсказание на основе рассмотренных устройств прогноза позволяет уменьшить динамический диапазон и ослабить корреляцию разностного сигнала и тем самым сокращает его избыточность.

Список литературы

[1]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели // Наукоемкие технологии. — 2018. — №9. — С.9−13.

[2]. *Крицкая А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона Гука из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2018. — №2. — С.404−409.

[3]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов // Пат. №2655399. Российская Федерация. — 04.03.2016.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия // Наукоемкие технологии. — 2018. — Т.19., № 9. — С.14−20.

[5]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. // Наукоемкие технологии. — 2017. — №56. — С.39−44.

[6]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. — Москва. Изд-во Сколково. — 2017. — 80 с.

[7]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых транспортно-кинетических процессов. // Вестник университета. — 2007. — № 7. — С.139−149.

[8]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. // Наукоемкие технологии. — 2017. — Т.18., №7. — С.22−31.

[9]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность научно-образовательных центров, функционирующих в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии, *2019, Т.20, №2, с 66-73.*

[10]. Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П. Кинематика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК – сплаве FE-CU-NI-AL: MC + MD - моделирование. Физика твердого тела, 2019, Т.61, №4, с 724-731.

[11]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерт Н.Д.* Анализ перспективных патентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование, 2019, №2 (24), с 6-15.

[12]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[13]. *Брокмиллер Н.Н., Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Способ циркуляционного ионного азотирования изделий из металла и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[14]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавый А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[15]. *Korzhavui A.P., Prasitskii V.V., Prasitskii G.V.* Heat-removing and emitting compositions based on W and PD powders: a study of the production processes and structuries. Metal Science and Heat Treatment, 2018, T.60, №3-4, C. 200-205/

[16]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твёрдого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №6. С. 25-29.

[17]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавый А.П.* Расчёт напряжения электрического поля для пробоя промежутка “воздух – твёрдый диэлектрик”. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №8. С. 46-52.

[18]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавый А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018. Т.23. №5. С. 49-55.

[19]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов вольфрам-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[20]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделия из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[21]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638232 01.11.2016.

[22]. *Shatalov V.K., Korzhavy A.P., Lysenko L.V., Mikhaylov V.I., Blatov A.A.* Increasing the strength of the deposits of titanium alloys using rods process by microarc oxidation. Welding International. 2017. T.31. № 12. C. 964-968.

Белоножко Павел Евгеньевич – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: belonozhko99@ya.ru

Радченко Ирина Николаевна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: kf_bmstu_fiz@mail.ru

Е.А. Попугаева, Д.Р. Игнатьев, И.Н. Овчаренко

СТОХАСТИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ

В настоящее время для передачи данных используются каналы различной физической природы и разного качества. В зависимости от режима обмена информацией и типа качества канала для защиты от ошибок используется различные методы, основанные на обнаружении и исправлении ошибок. Так, в дуплексных каналах высокого качества (вероятность искажения двоичного символа $P_0 \le 10^{-3}$) успешно используются циклические коды в режиме обнаружения ошибок совместно с решающей обратной связью. В каналах с биноминальным распределением ошибок (спутниковые каналы связи) успешно применяется исправление ошибок сверточными кодами. В симплексных каналах с группирующимися ошибками могут использоваться каскадные коды, первая ступень которых содержит циклический код обычно в режиме обнаружения ошибок, а вторая ступень –q–ичный код Рида-Соломона. Каскадные коды имеют достаточно высокие эксплуатационные характеристики, однако техническая реализация алгоритмов декодирования кодов Рида-Соломона оказывается весьма сложной.

Подход в унификации методов защиты информации от ошибок

Одной из важных тенденций развития современной техники передачи данных является использование одних и тех же технических средств для передачи информации по каналам различной физической природы и качества, что неизбежно ведет к проблеме унификации методов защиты сообщений от ошибок. Так как сущность метода защиты от ошибок в значительной мере определяется используемым помехоустойчивым кодом и алгоритмом его декодирования, то наиболее естественным путем унификации методов защиты от ошибок является выбор такого кода, который мог бы решать все задачи защиты от ошибок, а также разработка унифицированного ряда алгоритмов защиты от ошибок на основе этого кода. Будем исходить при рассмотрении проблемы унификации именно из использования единого кода для реализации указанных алгоритмов защиты от ошибок.

Сформулируем требования к комплексу технических средств, реализующему унифицированные алгоритмы:

1. В комплексе реализуется помехоустойчивый код, имеющий режимы обнаружения и исправления ошибок с заданной точностью (вероятностью декодирования ошибок Рош) в произвольном канале связи.Причём процедуры декодирования с обнаружением и исправлением ошибок имеет одинаковый набор операций и различаются только их количеством. Сложность декодирования с обнаружением ошибок не превышает сложности декодирования циклических кодов.

2. При передаче данных по каналу с обратной связью используется обнаружение ошибок. Блоки с обнаруженными ошибками накапливаются; после приёма двух и более значений одного и того же блока с ошибками преду-

сматривается возможность исправления ошибок с заданной точностью в расширенном блоке, содержащем все накопленные знания исходного блока кода с обнаружением ошибок.

3. При изменении условий применения (повышения требований и времени доведения информации, изменение условий использования обратного канала, снижение качества прямого канала и т.п.) предусмотрен переход к использованию кода в режиме прямого исправления ошибок, для чего увеличивается избыточность кода. кодовые блоки с исправленными ошибками выдаются потребителю без повторения кодовые блоки с неисправными ошибками или фрагменты этих блоков с ошибками повторяются по запросу.

4. Для работы по симплексному каналу используются исправление ошибок тем же кодом. В зависимости от качества канала и требуемой надёжности доведения информации выбирается число повторений кодированного сообщения, Декодирование выполняется как для отдельных кодовых блоков , так и для блока расширенного кода ,содержащего все значения одноименных повторенных кодов блоков.

Рассмотрим возможность использования для целей унификации стохастических q-ичных кодов с исправлением ошибок, оценим получаемые характеристики обмена информацией при использование этих кодов.

Построение стохастических q-ичных кодов

Элементом, когда является отрезок двоичной последовательности длиной l ($q=2^e$). Величина l выбирается исходя из требуемой вероятности ошибки декодирования.

$$l \geq -\log_2 P_{\text{ош}}$$

Кодирование стохастического кода выполняется в два этапа. На первом этапе с помощью двоичного (n, k) - кода о проверочной матрицей H формируется n-k избыточных q-ичных символов.

На втором этапе выполняется стохастическое преобразование каждого из n q-ичных символов под воздействием квазислучаной последовательности длиной для каждого символа. В качестве прмиера будем рассматривать (8,4)-код с проверочной матрицей:

$$H=\begin{matrix} I & 0 & 0 & 0 & 0 & I & I & I \\ 0 & I & 0 & 0 & I & 0 & I & I \\ 0 & 0 & I & 0 & I & I & 0 & I \\ 0 & 0 & 0 & I & I & I & I & 0 \end{matrix}$$

Декодирование стохастического кода выполняется в три этапа:

1. Обратное стохаотическое преобразование каждого из n q-ичных символов. Если некоторый q-ичный символ искажен в канале, то после обратного преобразование каждый из l его двоичных символов оказывается искажен или не искажен с вероятностью 0,5.

2. Локализация правильно принятых q-ичных символов с помощью 2^{n-k} -I проверочных соотношений , из которых (n-k) соответствуют строкам матрицы H, а остальные являются линейными комбинациями первых. Если

соотношение выполняется (сумма входящих в соотношение q-ичных символов даёт комбинацию из 1 нулей), то входящие в него символы считаются принятыми верно (локализованными).

3. Исправление нелокализованного символа a_i состоит в выборе такого проверочного соотношения, в которое, кроме a_i входят только локализованные или уже исправленные символы. Значение исправляемого q-ичного символа равно сумме модулю 2 известных символов, входящих в соотношение.

Рассматриваемые стохастические коды обеспечивают полное исправление ошибок до кратности t_r включительно и некоторую долю ошибок большей кратности. Кроме того, при кратности ошибки, большей t_r , локализуется и исправляется некоторая часть символов кода. В табл. 1 приведены доля полностью исправляемых ошибок P_a (i) и среднее количество приятных q-ичных символов в зависимости от кратности ошибок i для (8,4)-кода и (I5,7)-кода ,построенного на основе кода Б.Ч.Х., направляющего все ошибки до кратности 2

Расширенные стохастические коды. Расширенными стохастическими кодами будем называть коды, блок которых образован m- кратным повторением исходного стохастического (n,k)-кода. Декодирование расширенных кодов содержит более сложно выполняемую процедуру локализации правильно принятых символов, которая содержит 3 этапа:

1. Локализация по строкам, т.е. локализация в блоках исходного (n,k)-кода

2. Локализация по столбцам путём попарного сравнения одноимённых q- ичных символов из разных блоков исходгого кода. После совпадения любой пары данный символ считается локализованным.

3. Перекрёстная локализация, когда в некоторое соотношение (n,k)-кода по очереди подставляются ранее нелокализованные символы из m различных блоков. В табл. 2 приведены значения кратности исправляемых ошибок m-расширенным кодом, построенным на основе рассматривавшегося выше (8,4)- кода.

Список литературы

[1]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Исследование явления интерференции при электрическом пробое твердого диэлектрика. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №6. С. 25-29.

[2]. *Беккель Л.С., Шкилев В.Д., Коржавй А.П.* Расчет напряжения электрического поля для пробоя промежутка «воздух-твердый диэлектрик. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №8. С. 46-52.

[3]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Коржавый А.П., Лысенко Л.В.* Умный подключенный продукт как инновационный элемент развития предприятия. Наукоемкие технологии. 2018. Т.19. №9, с. 14-20.

[4]. *Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Лысенко Л.В.* Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда. Наукоемкие технологии. 2017. Т.18. №7.С.22-31.

[5]. *Боровков А.И., Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Верховский Н.С., Фельдман М.О., Лысенко С.Л., Завалеев И.С., Фокин С.Н., Красинский С.И., Парыгин А.В., Демин П.В., Третьяков А.Б.* Цифровое производство. Москва, изд-во Сколково, 2017, 80 с.

[6]. *Брокмиллер Н.*Н., *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Мелещенко Д.И.* Патент на изобретение RUS 2650650 01.11.2016.

[7]. *Карькин И.Н., Карькина Л.Е., Горностырев Ю.Н., Коржавый А.П.* Кинетика ранних стадий распада в разбавленном ОЦК- сплаве FE-CU-NI-AL: MC+MD- моделирование. Физика твердого тела. 2019. Т.61. №4. С.4. 724-731.

[8]. *Коржавый А.П., Лысенко А.Л., Шаталов В.К., Горбунов А.К., Лысенко С.Л.* Формализация технологии блокчейн на базе распределенной транспортно-кинетической модели. Наукоемкие технологии, 2018, №9,с.9-13.

[9]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2607478 08.09.2015.

[10]. *Коржавый А.П., Прасицкий Г.В.* Способ изготовления изделий из псевдосплавов молибден-медь. Патент на изобретение RUS 2628233 23.11.2016.

[11]. *Критская А.Р., Силаева Н.А., Травин В.В., Лысенко А.Л., Горбунов А.К.* Методика вывода закона из феноменологического уравнения энерготехнологических процессов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2018, №2, с.404-409.

[12]. *Лысенко Л.В., Биленко П.Н., Лысенко С.Л., Шаталов В.К., Челенко А.В.* Индикатор нематериальных активов в оценке научно-технического уровня предприятия. Наукоемкие технологии, 2017, №6, с.39-44.

[13]. *Лысенко Л.В., Воронов В.И., Андреев В.В., Лукьянова Н.А., Горбунов Е.А., Лысенко А.Л.* Теоретические основы логистических, финансовых, транспортно-кинетических процессов. Вестник университета, 2007. №7.С.139-149.

[14]. *Марин В.П., Челенко А.В., Шмаков Н.В., Коржавый А.П.* Эффективность начно-образовательных центров, функционирующий в промышленно развитых муниципальных образованиях. Наукоемкие технологии. 2019. Т.20 №2. С.66-73.

[15]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Способ получения защитных покрытий на поверхности металлов и сплавов. Пит. №2655399, Российская Федерация, опубл. 04.03.2016.

[16]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Рейхерд Н.Д.* Анализ перспективных потентов по безракетному запуску грузов и пассажиров в космос. Электронный журнал: наука, техника и образование. 2019. №2 (24). С.6-15.

[17]. *Шкилев В.Д., Коржавый А.П., Герасимова Н.С., Хайченко В.Е.* Способ получения фуллеренов и устройство для осуществления. Патент на изобретение RUS 2675865 13.12.2017.

[18]. *Шаталов В.К., Лысенко Л.В., Шкилев В.Д., Горбунов А.К., Коржавй А.П.* Патент на изобретение RUS 2655399 04.03.2016.

[19]. *Устинов И.К., Волков А.В., Шестернина Е.А., Коржавин А.П.* Существенная зависимость предельной деформации титановых сплавов. Электромагнитные волны и электронные системы. 2018.Т.23. №5. С. 49-55.

[20]. *Шкилев В.Д., Коржавй А.П, Федоренко Е.И., Букреев И.П.* Устройство для преобразования ветра. Патент на изобретение RUS 2638708 14.11.2016.

Попугаева Екатерина Алексеевна - студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: katerinka.popugaeva.10@yandex.ru

Игнатьев Дмитрий Романович - студент КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. E-mail: katerinka.popugaeva.10@yandex.ru

Овчаренко Игорь Николаевич - ассистент кафедры «Высшая математика и физика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: ino1963@yandex.ru

СЕКЦИЯ 12.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

С.А. Вялых, И.И. Ерохин

АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Все, что делает человечество, оставляет огромное количество данных. Первая мысль, которая приходит на ум о "больших данных", заключается в том, что их очень много. Хоть это и является правдой, "большие данные" - это нечто более обширное. Оно включает в себя попытки решить проблемы, связанные со сложностью объединения как структурированных, так и неструктурированных данных из огромного числа источников, с тем чтобы их можно было анализировать в сжатом и последовательном виде с высокой степенью достоверности. Не так давно Большие Данные использовались только в сфере больших корпораций, но уже сегодня многое изменилось. Отрицательной стороной «больших данных» является то, что рост больших данных несет с собой много рисков и этических дилемм, все из которых должны быть решены, прежде чем произойдет сдвиг вперед с этим новым подходом. Положительной стороной является то, что эта информация, называемая большими данными, может быть невероятно полезной для многих аспектов общества и особенно в электронном обучении. Самым удивительным в электронном обучении является то, что оно постоянно развивается. Благодаря новым технологиям и усовершенствованным моделям учебного проектирования, возможности электронного обучения в будущем безграничны. Самой важной концепцией среди электронного обучения в последнее время и является тема "Большие данные". Принятие решений на основе данных становится центральным элементом управленческих решений на большинстве предприятий. Сегодня предприятия уже не просто пытаются понять, что означает сам термин "большие данные" - подавляющее число предприятий в настоящее время стремится использовать аналитические данные и внедрять процессы, основанные на данных. Но что такое большие данные и как их анализировать?

Что такое Big Data? Большие данные (Big Data) - чрезвычайно большие наборы данных, которые можно анализировать в вычислительном отношении, чтобы выявить закономерности, тенденции и ассоциации, особенно связанные с поведением человека и его взаимодействиями.

Правило VVV. Когда говорят о больших данных, всегда упоминают три свойства, которыми они должны обладать. Volume(Объем). Количество данных имеет значение. С большими данными вам придется обрабатывать большие объемы неструктурированных данных с низкой плотностью. Это могут быть данные неизвестного значения, такие как каналы данных Twitter, потоки кликов на веб-странице или в мобильном приложении, или оборудование с поддержкой датчиков. Для некоторых организаций это могут быть десятки терабайт данных. Для других это могут быть сотни петабайт. Velocity(Скорость) - это скорость, с которой данные принимаются и (возможно) действуют. Обычно самая высокая скорость потоков данных напрямую в па-

мять по сравнению с записью на диск. Некоторые интеллектуальные продукты с поддержкой Интернета работают в режиме реального времени или почти в реальном времени и требуют оценки и действий в реальном времени. Variety(Разнообразие). Разнообразие относится ко многим типам данных, которые доступны. Традиционные типы данных были структурированы и аккуратно помещались в реляционную базу данных. С ростом больших данных данные приходят в новые неструктурированные типы данных. Неструктурированные и полуструктурированные типы данных, такие как текст, аудио и видео, требуют дополнительной предварительной обработки для получения значения и поддержки метаданных[1].

Зачем нужна аналитика больших данных? Аналитика больших данных относится к стратегии анализа больших объемов данных. Эти большие данные собираются из самых разных источников, включая социальные сети, видео, цифровые изображения, датчики и записи о продажах. Целью анализа всех этих данных является выявление шаблонов и связей, которые в противном случае могли бы быть невидимыми и которые могли бы предоставить ценную информацию о пользователях, которые их создали. Благодаря такому пониманию компании могут получить преимущество над своими конкурентами и принимать превосходные решения. Аналитика больших данных позволяет ученым и различным другим пользователям оценивать большие объемы данных транзакций и других источников данных, с которыми традиционные системы не могут справиться. Традиционные системы могут не справиться, потому что они не могут анализировать столько источников данных.

Способы и инструменты аналитики больших данных. Неструктурированные и полуструктурированные типы данных, как правило, не подходят для традиционных хранилищ данных, которые основаны на реляционных базах данных, ориентированных на структурированные наборы данных. Кроме того, хранилища данных могут

не справиться с требованиями обработки, обусловленными наборами больших данных, которые необходимо регулярно или даже постоянно обновлять, как в случае данных в реальном времени о биржевой торговле, онлайн-активности посетителей веб-сайта или производительность мобильных приложений. В результате многие организации, которые собирают, обрабатывают и анализируют большие данные, обращаются к базам данных NoSQL, а также к Hadoop и его сопутствующим инструментам для анализа данных, включая:

- YARN: технология управления кластером и одна из ключевых особенностей Hadoop второго поколения.
- MapReduce: программная среда, которая позволяет разработчикам писать программы, которые параллельно обрабатывают огромные объемы неструктурированных данных на распределенном кластере процессоров или автономных компьютерах.

- Spark: платформа параллельной обработки с открытым исходным кодом, которая позволяет пользователям запускать крупномасштабные приложения для анализа данных в кластерных системах.
- HBase: ориентированное на столбцы хранилище данных ключ / значение, созданное для работы поверх распределенной файловой системы Hadoop (HDFS).
- Hive: система хранилища данных с открытым исходным кодом для запросов и анализа больших наборов данных, хранящихся в файлах Hadoop.
- Kafka: распределенная система обмена сообщениями публикации / подписки, предназначенная для замены традиционных брокеров сообщений.
- Pig: технология с открытым исходным кодом, которая предлагает механизм высокого уровня для параллельного программирования заданий MapReduce, выполняемых на кластерах Hadoop[2].

Как работает анализ больших данных? В некоторых случаях кластеры Hadoop и системы NoSQL используются в основном в качестве посадочных площадок и промежуточных площадок для данных перед их загрузкой в хранилище данных или аналитическую базу данных для анализа - обычно в обобщенной форме, которая более благоприятна для реляционных структур. Однако чаще всего пользователи аналитики больших данных принимают концепцию озера данных Hadoop, которое служит основным хранилищем для входящих потоков необработанных данных. В таких архитектурах данные можно анализировать непосредственно в кластере Hadoop или запускать через механизм обработки, такой как Spark. Как и в хранилищах данных, надежноеуправление данными является важным первым шагом в процессе анализа больших данных. Данные, хранящиеся в HDFS, должны быть правильно организованы, сконфигурированы и разбиты на разделы, чтобы получить хорошую производительность при выполнении заданий интеграции извлечения, преобразования и загрузки (ETL) и аналитических запросов. Когда данные готовы, их можно анализировать с помощью программного обеспечения, обычно используемого для сложных аналитических процессов. Это включает в себя инструменты для:

- интеллектуальный анализ данных, которые просеивают наборы данных в поисках паттернов и связей;
- прогнозная аналитика, которая строит модели для прогнозирования поведения клиентов и других будущих событий;
- машинное обучение, которое использует алгоритмы для анализа больших наборов данных; а также
- глубокое обучение, более продвинутый ответвление машинного обучения [3].

Анализ больших данных на примере Росстат. Расходы на гражданскую науку из средств федерального бюджета в России в период с 2016-2018 гг. Данные представлены в табличной форме (MS Exel)[4].

Таблица 1.

Финансирование науки из средств федерального бюджета

	2016	**2017**	**2018**
Расходы на гражданскую науку из средств федерального бюджета, млн. руб.	402722,3	377882,2	407409,0
в том числе:			
на фундаментальные исследования	105247,6	116977,6	149550,0
на прикладные научные исследования	297474,7	260904,6	257859,0
в процентах:			
к расходам федерального бюджета	2,45	2,30	2,44
к валовому внутреннему продукту	0,47	0,41	0,39

Заключение. Данные повсюду вокруг нас. Они используются везде и на данном этапе жизни являются обязательным инструментом развития. Фактически, используя большие данные, люди могли бы начать управлять миром и распределять ресурсы на основе того, что действительно нужно обществу. Большие данные уже решают многие реальные проблемы.

Список литературы

[1]. *Правило* 3-х V. URL: https://www.oracle.com/big-data/guide/what-is-big-data.html (дата обращения 08.11.2019)

[2]. *Тимохин А.В.* Теоретический минимум по Big Data. Всё что нужно знать о больших данных. — 2019

[3]. *Миркин Б.Г.* Введение в анализ данных: учебник и практикум — М.: Издательство Юрайт. — 2019. URL: https://biblio-online.ru/bcode/432851 (дата обращения 08.11.2019)

[4]. Федеральная служба государственной статистики. URL: https://www.gks.ru/folder/14477(дата обращения 08.11.2019)

Вялых Софья Андреевна - студентка ИТД.Б-31 КФ МГТУ им. Н.Э. Бауман. E-mail: sofiyavyalykh@gmail.com

Ерохин Илья Игоревич – ассистент кафедры ИУ4-КФ "Программное обеспечение ЭВМ, информационные технологии" КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

А.М. Булкина, А.В. Максимов

АНАЛИЗ ФОРМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КВАТЕРНИОНОВ

В настоящее время внимание разработчиков систем управления подвижными объектами, привлекают алгоритмы управления на базе кватернионов, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с другими способами описания вращательного движения твердого тела. Кинематические уравнения движения твердого тела в кватернионах не вырождаются, как это имеет место при использовании углов Эйлера, и не содержат тригонометрических функций, а число этих уравнений существенно меньше, чем число уравнений в направляющих косинусах [1].

Существует несколько форм представления кватернионов.

Задачей данной работы является анализ вычислительных затрат, требующихся для выполнения операций сложения, умножения и деления в полиномиальной, матричной и тригонометрической формах представления кватернионов.

По У.Р. Гамильтону кватернионом является выражение вида:

$$q = q0 + i \cdot q1 + j \cdot q2 + k \cdot q3, \tag{1}$$

где q0, q1, q2, q3 – действительные числа (положительные, отрицательные или нуль), называемые компонентами кватерниона, i, j, k – мнимые единицы.

Пусть операнды представлены в данной форме

$$a = a0 + i \cdot a1 + j \cdot a2 + k \cdot a3, \tag{2}$$

$$b = b0 + i \cdot b1 + j \cdot b2 + k \cdot b3, \tag{3}$$

тогда:

1. Операция «сложение»:

$$a + b = (a0 + b0) + i \cdot (a1 + b1) + j \cdot (a2 + b2) + k \cdot (a3 + b3). \tag{4}$$

2. Операция «умножение»:

$$a \cdot b = (a0 \cdot b0 - a1 \cdot b1 - a2 \cdot b2 - a3 \cdot b3) + i \cdot (a0 \cdot b1 + a1 \cdot b0 + a2 \cdot b3 - a3 \cdot b2) + j \cdot (a0 \cdot b2 + a2 \cdot b0 + a3 \cdot b1 - a1 \cdot b3) + k \cdot (a0 \cdot b3 + a3 \cdot b0 + a1 \cdot b2 - a2 \cdot b1). \tag{5}$$

3. Операция «деление (слева)»:

$$a \cdot \frac{1}{b} = \frac{a \cdot \bar{b}}{|b|^2} =$$

$$= \frac{(a0 + i \cdot a1 + j \cdot a2 + k \cdot a3) \cdot (b0 - i \cdot b1 - j \cdot b2 - k \cdot b3)}{(\sqrt{b0 \cdot b0 + b1 \cdot b1 + b2 \cdot b2 + b3 \cdot b3})^2} =$$

$$= \frac{a0 \cdot b0 + a1 \cdot b1 + a2 \cdot b2 + a3 \cdot b3}{(\sqrt{b0 \cdot b0 + b1 \cdot b1 + b2 \cdot b2 + b3 \cdot b3})^2} +$$

$$+ i \cdot \frac{-a0 \cdot b1 + a1 \cdot b0 - a2 \cdot b3 + a3 \cdot b2}{(\sqrt{b0 \cdot b0 + b1 \cdot b1 + b2 \cdot b2 + b3 \cdot b3})^2} +$$

$$+j\cdot\frac{-a0\cdot b2+a2\cdot b0-a3\cdot b1+a2\cdot b3}{(\sqrt{b0\cdot b0+b1\cdot b1+b2\cdot b2+b3\cdot b3})^2}+$$
$$+k\cdot\frac{-a0\cdot b3+a3\cdot b0-a1\cdot b2+a2\cdot b1}{\left(\sqrt{b0\cdot b0+b1\cdot b1+b2\cdot b2+b3\cdot b3}\right)^2}. \quad (6)$$

Существует изоморфизм между кватернионами и квадратными матрицами четвертого порядка специального вида в отношении кватернионных и матричных операций. Так кватерниону q (формула 1) соответствует матрица Q вида (формула 7), единичному кватерниону – единичная матрица, нулевому кватерниону – нулевая матрица, сопряженному кватерниону – транспонированная матрица, обратному кватерниону – обратная матрица; сложению кватернионов соответствует сложение матриц, умножению кватернионов – умножение матриц, умножению кватерниона на число – умножение матрицы на число; функции кватерниона – одноименная функция матрицы [2]. Кватернион в матричной форме:

$$Q=\begin{bmatrix} q0 & -q1 & -q2 & -q3 \\ q1 & q0 & -q3 & q2 \\ q2 & q3 & q0 & -q1 \\ q3 & -q2 & q1 & q0 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Пусть операнды представлены в данной форме

$$c=\begin{bmatrix} c0 & -c1 & -c2 & -c3 \\ c1 & c0 & -c3 & c2 \\ c2 & c3 & c0 & -c1 \\ c3 & -c2 & c1 & c0 \end{bmatrix}, \quad (8)$$

$$d=\begin{bmatrix} d0 & -d1 & -d2 & -d3 \\ d1 & d0 & -d3 & d2 \\ d2 & d3 & d0 & -d1 \\ d3 & -d2 & d1 & d0 \end{bmatrix}, \quad (9)$$

тогда:

1. Операция «сложение»:

$$c+d=\begin{bmatrix} c0 & -c1 & -c2 & -c3 \\ c1 & c0 & -c3 & c2 \\ c2 & c3 & c0 & -c1 \\ c3 & -c2 & c1 & c0 \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} d0 & -d1 & -d2 & -d3 \\ d1 & d0 & -d3 & d2 \\ d2 & d3 & d0 & -d1 \\ d3 & -d2 & d1 & d0 \end{bmatrix}=$$
$$\begin{bmatrix} c0+d0 & -c1-d1 & -c2-d2 & -c3-d3 \\ c1+d1 & c0+d0 & -c3-d3 & c2+d2 \\ c2+d2 & c3+d3 & c0+d0 & -c1-d2 \\ c3+d3 & -c2-d2 & c1+d1 & c0+d0 \end{bmatrix}. \quad (10)$$

2. Операция «умножение»:

$$c \cdot d = \begin{bmatrix} c0 & -c1 & -c2 & -c3 \\ c1 & c0 & -c3 & c2 \\ c2 & c3 & c0 & -c1 \\ c3 & -c2 & c1 & c0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} d0 & -d1 & -d2 & -d3 \\ d1 & d0 & -d3 & d2 \\ d2 & d3 & d0 & -d1 \\ d3 & -d2 & d1 & d0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e11 & e12 & e13 & e14 \\ e21 & e22 & e23 & e24 \\ e31 & e32 & e33 & e34 \\ e41 & e42 & e43 & e44 \end{bmatrix}, \quad (11)$$

где

$$e11 = c0 \cdot d0 - c1 \cdot d1 - c2 \cdot d2 - c3 \cdot d3, \quad (12)$$
$$e12 = -c0 \cdot d1 - c1 \cdot d0 - c2 \cdot d3 - c3 \cdot d2, \quad (13)$$
$$e13 = -c0 \cdot d2 + c1 \cdot d3 - c2 \cdot d0 - c3 \cdot d1, \quad (14)$$
$$e14 = -c0 \cdot d3 - c1 \cdot d2 + c2 \cdot d1 - c3 \cdot d0, \quad (15)$$
$$e21 = c1 \cdot d0 + c0 \cdot d1 - c3 \cdot d2 + c2 \cdot d3, \quad (16)$$
$$e22 = -c1 \cdot d1 + c0 \cdot d0 - c3 \cdot d3 - c2 \cdot d2, \quad (17)$$
$$e23 = -c1 \cdot d2 - c0 \cdot d3 - c3 \cdot d0 + c2 \cdot d1, \quad (18)$$
$$e24 = -c1 \cdot d3 + c0 \cdot d2 + c3 \cdot d1 + c2 \cdot d0, \quad (19)$$
$$e31 = c2 \cdot d0 + c3 \cdot d1 + c0 \cdot d2 - c1 \cdot d3, \quad (20)$$
$$e32 = -c2 \cdot d1 + c3 \cdot d0 + c0 \cdot d3 + c1 \cdot d2, \quad (21)$$
$$e33 = -c2 \cdot d2 - c3 \cdot d3 + c0 \cdot d0 - c1 \cdot d1, \quad (22)$$
$$e34 = -c2 \cdot d3 + c3 \cdot d2 - c0 \cdot d1 - c1 \cdot d0, \quad (23)$$
$$e41 = c3 \cdot d0 - c2 \cdot d1 + c1 \cdot d2 + c0 \cdot d3, \quad (24)$$
$$e42 = -c3 \cdot d1 - c2 \cdot d0 + c1 \cdot d3 - c0 \cdot d2, \quad (25)$$
$$e43 = -c3 \cdot d2 + c2 \cdot d3 + c1 \cdot d0 + c0 \cdot d1, \quad (26)$$
$$e44 = -c3 \cdot d3 - c2 \cdot d2 - c1 \cdot d1 + c0 \cdot d0. \quad (27)$$

3. Операция «деление»:

$$c \div d = c \cdot d^{-1} = c \cdot \frac{\tilde{d}}{\det(d)} = \begin{bmatrix} c0 & -c1 & -c2 & -c3 \\ c1 & c0 & -c3 & c2 \\ c2 & c3 & c0 & c1 \\ c3 & -c2 & c1 & c0 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\det(d)} \begin{bmatrix} f11 & f12 & f13 & f14 \\ f21 & f22 & f23 & f24 \\ f31 & f32 & f33 & f34 \\ f41 & f42 & f43 & f44 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c0 & -c1 & -c2 & -c3 \\ c1 & c0 & -c3 & c2 \\ c2 & c3 & c0 & -c1 \\ c3 & -c2 & c1 & c0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} g11 & g12 & g13 & g14 \\ g21 & g22 & g23 & g24 \\ g31 & g32 & g33 & g34 \\ g41 & g42 & g43 & g44 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h11 & h12 & h13 & h14 \\ h21 & h22 & h23 & h24 \\ h31 & h32 & h33 & h34 \\ h41 & h42 & h43 & h44 \end{bmatrix}, \quad (28)$$

где d^{-1} – обратная для d матрица, $\tilde{d}$ – присоединенная для d матрица, $\det(d)$ – определитель квадратной матрицы d,

$$f11 = d0 \cdot \big(d0 \cdot d0 - d1 \cdot (-d1)\big) - (-d3) \cdot \big(d3 \cdot d0 - (-d1) \cdot (-d2)\big) + d2 \cdot (d3 \cdot d1 - (-d2) \cdot d2) \quad ,(29)$$

$$f12 = -(d1 \cdot \big(d0 \cdot d0 - d1 \cdot (-d1)\big) - (-d3) \cdot (d2 \cdot d0 - (-d1) \cdot d3) + d2 \cdot (d2 \cdot d1 - d3 \cdot d0)) \quad ,(30)$$

$$\det(d) = d0 \cdot \Big(d0 \cdot \big(d0 \cdot d0 - d1 \cdot (-d1)\big) - (-d3) \cdot \big(d3 \cdot d0 - (-d1) \cdot (-d2)\big) + d2 \cdot (d3 \cdot d1 - (-d2) \cdot d2)\Big) - (-d1) \cdot \Big(d1 \cdot \big(d0 \cdot d0 - d1 \cdot (-d1)\big) - (-d3) \cdot (d2 \cdot d0 - (-d1) \cdot d3) + d2 \cdot (d2 \cdot d1 - d3 \cdot d0)\Big) + (-d2) \cdot \Big(d1 \cdot \big(d3 \cdot d0 - (-d2) \cdot (-d1)\big) - d0 \cdot (d2 \cdot d0 - (-d1) \cdot d3) + d2 \cdot \big((-d2) \cdot d2 - d3 \cdot d3\big)\Big) - (-d3) \cdot (d1 \cdot (d3 \cdot d1 - (-d2) \cdot d0) - d0 \cdot (d2 \cdot d1 - d3 \cdot d0) + (-d3) \cdot (d2 \cdot (-d2) - d3 \cdot d3)) \quad , \quad (31)$$

$$g11 = \frac{f11}{\det(d)}. \quad (32)$$

Вычисление элементов матрицы g13, g22, g24, g31, g33, g42, g44 осуществляется аналогично расчету элемента f11 (формула 29), а вычисление g14, g21, g23, g32, g34, g41, g43 осуществляется аналогично расчету элемента f12 (формула 30). Расчет элемента f11 требует 5 операций сложения/вычитания и 9 операций умножения. Расчет элемента f12 требует 5 операций сложения/вычитания, 9 операций умножения и 1 операцию изменения знака.

Для расчета определителя квадратной матрицы d требуется 40 операций умножения и 23 операции сложения/вычитания (формула 31). Вычисление элементов матрицы g12, g13, g14, g21, g22, g23, g24, g31, g32, g33, g34, g41, g42, g43, g44 осуществляется аналогично расчету элемента g11 (формула 32).

Перемножение матриц c и g (формула 28) осуществляется аналогично формулам 11 – 27.

Особенностью операции деления над кватернионами в двух выше рассмотренных формах является то, что выражение, находящееся под чертой деления не должно равняться 0. Оно будет равно нулю, если кватернион, являющийся делителем (b или d соответственно), будет равен 0. Кватернион считается равным 0 только если все его компоненты равны 0 [3].

Кватернион можно представить в тригонометрической форме:

$$q = r \cdot (\cos\varphi + l \cdot \sin\varphi), \quad (33)$$

где

$$r = |q| = \sqrt{q0^2 + q1^2 + q2^2 + q3^2}, \quad (34)$$

где *l* - единичный вектор, коллинеарный вектору (i · q1 + j · q2 + k · q3),

$$l = i \cdot \frac{z1}{<z>} + j \cdot \frac{z2}{<z>} + k \cdot \frac{z3}{<z>} = i \cdot \frac{z1}{\sqrt{z1^2+z2^2+z3^2}} + j \cdot \frac{z2}{\sqrt{z1^2+z2^2+z3^2}} + k \cdot \frac{z3}{\sqrt{z1^2+z2^2+z3^2}}, \quad (35)$$

$$\cos\varphi = \frac{z0}{|z|} = \frac{z0}{\sqrt{z0^2+z1^2+z2^2+z3^2}}, \quad (36)$$

$$sin\varphi = \frac{<z>}{|z|} = \frac{\sqrt{z1^2+z2^2+z3^2}}{\sqrt{z0^2+z1^2+z2^2+z2^2}}. \quad (37)$$

Два кватерниона называются коллинеарными, если коллинеарны их векторные части [1].

Пусть

$$m = |m| \cdot (\cos(\varphi 1) + l \cdot \sin(\varphi 1)), \quad (38)$$

$$n = |n| \cdot (\cos(\varphi 2) + l \cdot \sin(\varphi 2)), \quad (39)$$

являются коллинеарными кватернионами, тогда:

1. Операция «умножение»:

$$m \cdot n = |m| \cdot |n| \cdot (\cos(\varphi 1 + \varphi 2) + l \cdot \sin(\varphi 1 + \varphi 2)). \quad (40)$$

2. Операция «деление»:

$$m \div n = m \cdot n^{-1} = \frac{|m|}{|n|} \cdot (\cos(\varphi 1 - \varphi 2) + l \cdot \sin(\varphi 1 - \varphi 2)). \quad (41)$$

На сегодняшний день в доступной литературе не представилось возможности найти алгоритм операции сложения над кватернионами в тригонометрической форме записи, однако ориентировочное количество операций для данного алгоритма однозначно превышает количество операций для сложения кватернионов в «форме У.Р. Гамильтона».

В табл. 1 приведен расчет количества операций сложения, умножения и деления над компонентами кватернионов, которые требуются для выполнения операций над кватернионами, для разных форм их представления. Операции сопряжения, вычисления модуля и вычисления модуля векторной части аналогичны для всех форм представления кватернионов.

Таблица 1.

Операции над кватернионами

Операции над компонентами кватернионов	Операции над кватернионами											
	Формула по У.Р. Гамильтону				Матричное представление				Тригонометрическая форма			
	С	У	Д	Итог:	С	У	Д	Итог:	С	У	Д	Итог:
Сложение/ вычитание	4	12	15	31	16	48	151	215	>>4	2	2	-
Умножение	0	16	20	36	0	64	248	312	-	1	0	-
Деление	0	0	4	4	0	0	16	16	-	0	1	-
Извлечение корня	0	0	1	1	0	0	0	0	-	0	0	-
Изменение знака	0	0	3	3	0	0	8	8	-	0	0	-

Операции сложения, умножения и деления кватернионов, представленных в матричной форме, требуют в несколько раз больше операций сложения/вычитания, умножения, деления и изменения знака над компонентами кватернионов, чем операции над кватернионами в полиномиальной форме, однако не требуют операции извлечения корня над компонентами кватер-

нионов. Операции умножения и деления кватернионов в тригонометрической форме представления требуют наименьшее количество операций над компонентами кватернионов, однако – много большего количества операций над компонентами кватернионов для операции сложения.

Таким образом, одни и те же операции над кватернионами в разных формах представления требуют разного количества операций над компонентами кватернионов. Исходя из результатов анализа количества операций над компонентами кватернионов для решения операций над кватернионами в трех формах представления, наименьшего количества операций, а следовательно и наименьших вычислительных затрат, требует полиномиальная форма.

Список литературы

[1]. *Амелькин Н.И.* Кинематика и динамика твердого тела. - М.: МФТИ (ГУ), 2000. – 64 с.

[2]. *Мирмович Э.Г., Усачёва Т.В.* Алгебра кватернионов и вращения в трехмерном пространстве // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты №1, 2009. - С. 75-80.

[3]. *Каратаев Е. А.* Преобразование гиперкомплексных чисел. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2016. – 300 с.

Булкина Анастасия Михайловна - студент, бакалавр КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: an.bulkina23@gmail.com

Максимов Александр Викторович – канд. техн. наук, доцент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия.

Н.С. Колышкина, Н.А. Борсук

ВАРИАНТ РАЗРАБОТКИ АНИМИРОВАННОГО ФАВИКОНА

Favicon (сокр. От англ. FAVorite ICON — «значок для избранного») — значок веб-сайта или веб-страницы. Отображается браузером во вкладке перед названием страницы, а также в качестве картинки рядом с закладкой, во вкладках и в других элементах интерфейса (истории просмотров, в адресной строке перед URL сайта) (рис. 1):

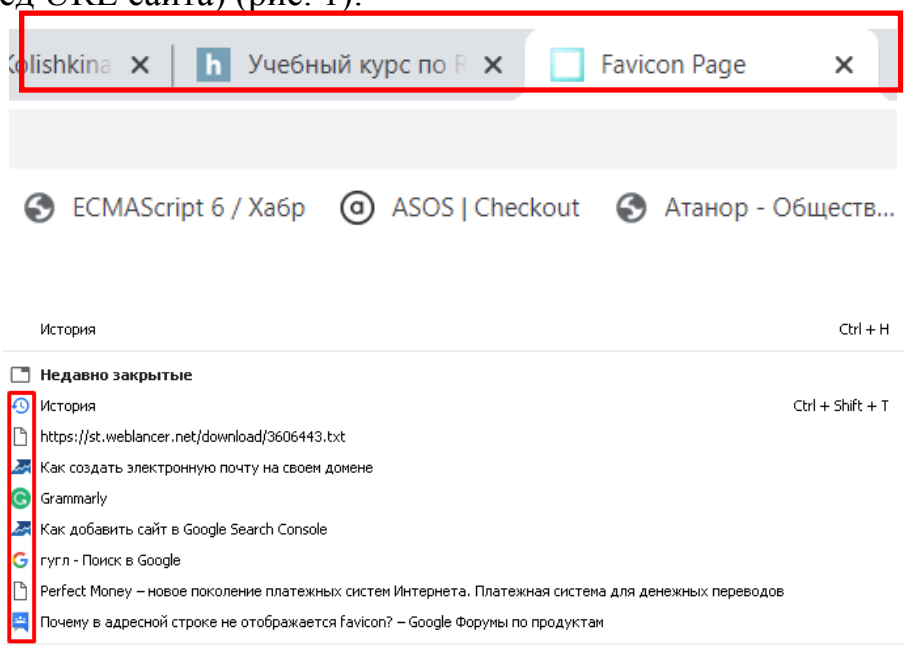


Рис. 1. Примеры фавиконов

Кроме логотипа, в фавикон для сайта иногда вставляют значок, символизирующий тематику ресурса, первую букву названия компании и т.п. Размер иконки обычно составляет 32x32 или 16x16 пикселей.

Иконка играет важную роль в брендинге сайта. Лаконичная картинка помогает пользователю запомнить ресурс и обеспечивает его оригинальность. Сайт без фавикона выглядит, как минимум, серо по сравнению с другими: вместо запоминающейся иконки стоит стандартный значок Windows, который использовался еще до изобретения плоского экрана [1].

Использование фавикона обеспечивает и ряд других преимуществ:

• **Доверие.** Пользователь обычно обращает внимание в первую очередь на то, как сделан сайт. Насколько профессионально разработан дизайн и учтены детали. При прочих равных сайт без этой мини-иконки не будет вызывать такого доверия, как его конкурент, который учел эту небольшую деталь.**2**

• **Узнаваемость.** Favicon — это удобный поиск. Когда пользователь ищет нужную ему вкладку в браузере, страницу в закладках или истории, первое, что бросается в глаза, — это иконка. Никто не обращает внимания на текст.

Пространство на экране, которое занимает ярлык вкладки веб-страницы — это гораздо более ценный ресурс, чем многие думают. Если хорошо поработать с ярлыком, то он, помимо того, что будет продолжать играть роль идентификатора страницы, может стать чем-то вроде «доски объявлений», которая сообщает о том, что происходит на странице [2].

Чаще всего для создания фавикона используются онлайн генераторы, в которых уже содержатся тысячи изображений на разные тематики. Пользователю лишь необходимо выбрать изображение из предложенных или загрузить свое, при желании добавить анимацию с помощью инструментов онлайн генератора. Далее необходимо скачать готовый фавикон в папку сайта и поместить в HTML-страницу внутри тега <head> следующую ссылку:

<link rel=”icon” type=”image/x-icon” href=”image/favicon.ico”>

В статье предлагается вариант разработки фавикона загрузки, представляющего собой анимированный квадрат, на чистом JavaScript. Во-первых, JavaScript очень быстрый язык, фавикон будет работать всегда, не перегружая сайт и не отнимая ресурсы у других задач сайта. Во-вторых, это универсальная часть кода, которую после небольших изменений (цвета, скорости, размера и даже формы фигуры), можно использовать во многих своих проектах.

Начнем с добавления элементов <link> и <canvas> в HTML-код страницы:

```
<head>
<link rel="icon" type="image/png" width=32px>
</head>
<body>
<canvas width=32 height=32></canvas>
</body>
```

Элемент <canvas> создаёт растровое двухмерное изображения при помощи скриптов, его необходимо сделать скрытым при практическом использовании при помощи добавления свойства hidden.

<canvas hidden width=32 height=32></canvas>

Добавим на страницу кнопку, щелчок по которой запускает анимацию.

<button> Load </button>

Теперь переходим в файл с JavaScript-кодом. Сначала необходима проверка поддержки canvas:

```
onload = ()=> {
canvas = document.querySelector('canvas'),
context = canvas.getContext('2d');
if (!!context) { /* если canvas поддерживается*/
}  };
```

Далее — подключим обработчик событий нажатия на кнопку, который будет использоваться для запуска анимации в элементе <canvas>:

```
button = document.querySelector('button');
button.addEventListener('click', function() {
n = 0, /* Переменная, используемая для управления анимацией */
loadingInterval = setInterval(drawLoader, 60); /* Длительность анимации */
 });
```

Сущность drawLoader, которая передана в setInterval, представляет собой функцию, которая будет вызываться с интервалом в 60 миллисекунд и выводить что-то в элемент <canvas>. Далее описываем стиль линий, которые будут использоваться при постепенном рисовании квадрата, представляющего собой индикатор загрузки.

```
let gradient = context.createLinearGradient(0, 0, 32, 32);
gradient.addColorStop(0, '#c7f0fe');
gradient.addColorStop(1, '#56d3c9');
context.strokeStyle = gradient;
context.lineWidth = 8;
```

Функция drawLoader отрисовывает линии, основываясь на том, сколько процентов шагов анимации уже выполнено. В нашем случае 1 шаг анимации соответствует 1%. А именно, в течение первых 25% шагов будет постепенно выводиться линия, представляющая собой верхнюю сторону квадрата. Следующие 25% шагов будет выводиться правая сторона квадрата, и так далее — по 25% времени анимации на каждую сторону.

Эффект анимации достигается путём стирания содержимого элемента <canvas> и вывода немного удлинённой, в сравнении с предыдущим шагом, линии. На каждом шаге анимации, после того, как вывод изображения в элемент <canvas> окончен, изображение быстро преобразуется в формат PNG и устанавливается в качестве фавикона страницы.

```
function drawLoader() {
with(context) {
clearRect(0, 0, 32, 32);
beginPath();
/* До 25% времени, выделенного на рисование*/
if (n<=25){
 /*       (0,0)-----(32,0)       */
// код для инкрементного рисования верхней линии
}
/* Между 25 и 50 процентами */
else if(n>25 && n<=50){
```

```
/*
 (0,0)-----(32,0)
|
|
(32,32)
*/
// код для вывода верхней и правой линии.
}
/* Между 50 и 75 процентами */
Else if(n>50 && n<= 75){
/*
(0,0)-----(32,0)
|
|
(0,32)----(32,32)
*/
// код для вывода верхней, правой и нижней линий.
}
/* Между 75 и 100 процентами */
Else if(n>75 && n<=100){
/*
(0,0)-----(32,0)
|           |
|           |
(0,32)----(32,32)
*/
// код для вывода всех четырёх линий квадрата.
}
stroke();
}
// Преобразуем то, что нарисовано на элементе <canvas>, в формат PNG, и сделаем полученное изображение фавиконом.
favicon.href = canvas.toDataURL('image/png');
/* После того, как рисование завершено */
If (n === 100) {
clearInterval(loadingInterval);
button.textContent = 'Loaded';
button.style.backgroundColor = '#aaa';
return;
}
 // Инкрементируем переменную, которая используется для управления анимацией
n++;
}
```

Чтобы отрисовать линии квадрата необходимы некоторые вычисления.

Вывод верхней стороны квадрата в течение первых 25 шагов анимации:

- Начальная точка — левый верхний угол изображения (0,0).
- n — номер текущего шага анимации.
- x — координата x конечной точки линии на текущем шаге анимации.
- y — координата y конечной точки, которая равна 0.

После завершения всех 25 шагов анимации значение x должно приравняться к 32 (то есть — размеру фавикона и элемента <canvas>). Поэтому вычисляется значение x на текущем шаге анимации n по следующей формуле: x = (32/25) * n.

Следовательно, код для рисования верхней линии:

```
moveTo(0, 0); lineTo((32/25)*n, 0);
```

Следующие 25 шагов анимации (рисование правой стороны квадрата) выполняются похожим образом:

```
moveTo(0, 0); lineTo(32, 0);
moveTo(32, 0); lineTo(32, (32/25)*(n-25));
```

Для третьей и четвертой стороны действия аналогичны предыдущим.

Таким образом, выше представлен вариант разработки квадратного фавикона загрузки, написанного с помощью JavaScript и элемента <canvas>. В качестве подобного индикатора, можно использовать любую фигуру. А если поработать с атрибутом fill элемента <canvas>, то возможно добиться различных интересных эффектов.

Список литературы

[1]. *Макнейл П.* Веб-дизайн. Книга идей веб-разработчика. — П.: Питер СПб, 2014.— 288 с.

[2]. *Фримен Э., Робсон Э.* Изучаем программирование на JavaScript. — П.: Питер СПб, 2018.— 640 с.

Колышкина Наталья Сергеевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: ksv-74@yandex.ru

Борсук Наталья Александровна – канд. техн. наук, доцент кафедры «Компьютерные системы и сети» КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. E-mail: borsuk.65@yandex.ru

А.С. Маслов, Ю.С. Белов

ИНТЕРФЕЙСЫ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Введение

Дополненная реальность (AR) является все более важной и перспективной областью смешанной реальности (MR) и дизайна пользовательского интерфейса [1]. С технической точки зрения, это не одна технология, а совокупность различных технологий, которые работают совместно, с целью повышения восприятия пользователем реального мира через виртуальную информацию. Этот вид информации обычно называют виртуальной, цифровой или синтетической информацией. Реальный мир должен быть сопоставлен с виртуальным по положению и контексту, чтобы обеспечить понятное и осмысленное представление. Участники могут работать индивидуально или коллективно, экспериментировать с виртуальной информацией и естественным образом взаимодействовать со смешанной средой. В идеальном сценарии визуализации AR виртуальная информация должна быть смешана с реальным миром в реальном времени таким образом, чтобы пользователь мог либо понять, либо нет, разницу. В случае, когда виртуальная информация похожа на реальную среду, визуализация AR рассматривается как конечная иммерсивная система, в которой участники не могут быть более погружены в реальную среду (RE).

Основы дополненной реальности

Термин AR обычно относится к одному из следующих определений. Класс систем отображения, которые состоят из типа головного дисплея (HMD); те системы, которые используют эквивалент HMD, относятся ко второму классу, охватывая как большой экран, так и мониторные дисплеи. Третья классификация относится к случаям, которые включают любой тип смеси реальных и виртуальных сред. В целом, большинство систем AR полагаются на электронные датчики или видеовход, чтобы получить знания об окружающей среде [2]. Все эти переменные делают эти системы более сложными, чем системы, которые не полагаются на датчики. С другой стороны, системы, основанные на зрении, часто используют маркеры в качестве характерных точек, чтобы они могли оценить положение камеры (положение и ориентацию).

В ближайшие годы AR-системы смогут включать в себя полный набор аугментации, применяемой и эксплуатирующей все чувства людей. Однако, Хотя существует много примеров систем AR, в которых пользователи могут взаимодействовать с виртуальным контентом и манипулировать им, а также даже создавать виртуальный контент в некоторых средах AR, одним из их основных ограничений является отсутствие возможности разрешить участникам управлять несколькими формами виртуальной информации различными способами. В значительной степени этот недостаток обусловлен главным образом отсутствием надежности существующих в настоящее время интерфейсных систем AR. На данном этапе это можно решить с помощью удобного интерфейса, позволяющего пользователям размещать аудиовизуальную информацию в любом

месте физического мира. Поскольку позу можно легко оценить с помощью существующей системы слежения на основе видения, такой как известный ARToolKit, основное внимание в этом исследовании уделяется обеспечению эффективных решений для интерактивных внутренних сред AR.

Визуальные интерфейсные среды AR сильно зависят от четырех ключевых элементов. Первые два относятся к методам внедрения маркеров и калибровки. Последние взаимосвязаны с построением программных пользовательских интерфейсов, которые позволят эффективно визуализировать и манипулировать виртуальной информацией. Интеграция таких интерфейсов в AR-системы позволяет снизить сложность взаимодействия человека и компьютера с использованием неявной контекстной входной информации [3]. Методы взаимодействия человека и компьютера могут обеспечить большую автономность по сравнению с традиционными интерфейсами windows. Хотя была проделана определенная работа, интеграция таких интерфейсов в системы AR разработка и внедрение эффективной системы AR, которая может предоставлять реалистичную аудиовизуальную информацию в удобной для пользователя форме, является сложной задачей и областью постоянных исследований. Тем не менее, даже технологам очень трудно создать опыт AR, чтобы устранить эти барьеры, которые мешают пользователям создавать новые приложения AR.

Интерфейсы AR

Одно из самых ранних приложений включало экспериментальную систему AR, которая поддерживает полный сервер X11 на прозрачном HMD. Дисплей накладывает выбранную часть растрового изображения X на представление пользователя о мире, создавая AR на основе X. Были разработаны три различных типа окон: объемно-фиксированные окна, дисплейно-фиксированные окна и мир-фиксированные окна. Производительность системы находилась в диапазоне 6-20 кадров в секунду (FPS). Был разработан быстрый сервер отображения, поддерживающий несколько наложенных растровых изображений, имеющих возможность индексировать в дисплей выбранную часть большего растрового изображения. EMMIE - это еще один экспериментальный гибридный пользовательский интерфейс, разработанный для совместной расширенной среды, которая сочетает в себе различные технологии и методы, такие как виртуальные компоненты (например, 3D-виджеты) и физические объекты (отслеживаемые дисплеи, устройства ввода). Объекты в системе можно перемещать между различными типами дисплеев, начиная от прозрачных HMDs до дополнительных 2D и 3D дисплеев. Они варьируются от размера ладони до размера стены в зависимости от характера задачи.

The MagicBook и the Tiles system - два из самых известных AR-интерфейсов, основанных на ARToolKit. Система Tiles предлагает способ создания рабочей области AR, объединяющей виртуальные и физические объекты. Интерфейс совмещает преимущества (силу и гибкость) вычислительных сред с комфортом и осведомленностью традиционного рабочего места. С другой стороны, The MagicBook использует реальную книгу для перевода пользователей из реальности в виртуальность. Виртуальные объекты накладываются на стра-

ницы книги, и пользователи могут взаимодействовать с дополненной сценой. Другим примером AR-интерфейса является настольная система, предназначенная для виртуального дизайна интерьера. Один или несколько пользователей могут взаимодействовать с дополненной сценой, которая состоит из виртуальной мебели и манипулирует виртуальными объектами.

MARE - это совместная система, которая смешивает методы AR с методами взаимодействия человека и компьютера, чтобы обеспечить сочетание естественных метафор общения (голос, жест, выражение) с виртуальной информацией (симуляция, анимация, постоянные данные). Архитектура системы основана на файлах конфигурации OpenGL Performer и XML и может быть легко адаптирована ко многим доменам приложений. Еще одна интересная область-это универсальный носимых платформы AP, которая поддерживает стереоскопический 3D-графики. Система поддерживает шесть степеней свободы (DOF) манипуляции виртуальными объектами в ближнем поле с помощью пера и колодки. Slay et al разработали систему AR, которая расширяет взаимодействие от традиционной парадигмы взаимодействия на рабочем столе до осязаемой парадигмы AR. Исследован ряд вопросов, связанных с быстрой сборкой и развертыванием адаптивных систем визуализации. Были представлены три различных метода для задачи переключения атрибутов виртуальной информации в представлениях AR.

Кроме того, проект AMIRE направлен на разработку быстрого прототипирования с помощью визуального AR для пользователей, не имеющих подробных знаний о базовых технологиях компьютерной графики и навыков AR. AMIR использует компонентно-ориентированную технологию, состоящую из многоразовой коллекции драгоценных камней, визуального инструмента разработки и системы отслеживания объектов на основе библиотеки ARToolKit.

Еще одна система, которая позволяет пользователям создавать опыт AR является инструментарий дизайнера дополненной реальности (DART). Система основана на мультимедийно-программной среде Macromedia Director, позволяющей пользователю визуально создавать сложные AR-приложения, а также обеспечивать поддержку трекеров, датчиков и камер.

Хотя большинство из вышеперечисленных систем описывают общие структуры, которые позволяют применять AR и / или MR - приложения, они не сосредоточены на разработке высокоуровневого пользовательского интерфейса, который может предоставлять аудиовизуальную информацию. Система DART наиболее похожа на этот подход, но она основана на коммерческом мультимедийном пакете и поэтому адресована дизайнерам, а не разработчикам общего назначения. Однако это иногда ограничивает возможности создаваемых приложений, поскольку они будут ограничены конкретным пакетом (т. е. директором).

Заключение

Дополненная реальность оказала влияние практически на все сферы человеческой деятельности. Дополненная реальность используется в архитектуре, в строительстве, в построении инструкций, в рекламе приложений, в

медицине и хирургии. Возможности, которые позволяет достичь данная технология, огромны. Для разработчиков приложений дополненной реальности уже имеется масса готовых решений, из которых он может выбрать, что ему подходит больше для реализации его идеи.

Список литературы

[1] *Джонатан Л.* Виртуальная реальность в Unity / Л. Джонатан ; перевод с английского Р.Н. Рагимов. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-97060-234-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/93271 (дата обращения: 05.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

[2] *Жулин А.Г.* Структура и алгоритмы систем дополненной реальности на основе маркера / А.Г. Жулин, С.Ц. Манжикова // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. — 2018. — № 4. — С. 58-62. — ISSN 1694-500X. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/308041 (дата обращения: 08.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

[3] *Крапивенко А.В.* Технологии мультимедиа и восприятие ощущений : учебное пособие / А.В. Крапивенко. — 3-е изд. (эл.). — Москва : Лаборатория знаний, 2015. — 274 с. — ISBN 978-5-9963-2646-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/70759 (дата обращения: 05.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Маслов Артем Сергеевич- студент, Бакалавр КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: maslow.tema@yandex.ru

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

А.А. Пеников, А.В. Козина, Ю.С. Белов

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ДИАГНОСТИКЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Введение. На сегодняшний день нейронные сети заняли очень большое место в нашей жизни. Эта технология постоянно развивается. Для усовершенствования нейронных сетей используются различные методы и алгоритмы, которые повышают её эффективность. Нейронные сети применяются в самых различных областях, расширяя наши возможности. В качестве одной из важных областей их применения можно выделить медицину, а конкретнее – диагностику заболевания пациентов. Целью работы является обзор эффективных подходов применения нейронных сетей в медицине для постановки правильного диагноза.

Особенности использования ИНС в медицине. Искусственная нейронная сеть – это программная реализация структуры мозга человека. Искусственный нейрон – это упрощённый нейрон человека. Нейронная сеть состоит из нейронов и синапсов (связей).

Существует много различных типов нейронных сетей. Для медицинской диагностики и для классификации вообще чаще всего используют многослойный персептрон. Это тип нейронной сети с прямым распространением сигнала, которая обучается с учителем. Для обучения обычно используется алгоритм обратного распространения ошибки. Он заключается в том, чтобы, зная правильный ответ, сравнить его с полученным от нейронной сети. Исходя из полученной разницы, или ошибки, между ответами можно определить, какой нейрон в какой степени отвечает за эту разницу. Зная это можно корректировать работу нейронов, чтобы эту ошибку уменьшить [1].

Нейронные сети могут использоваться для диагностики различных заболеваний в области кардиологии, онкологии, пульмонологии, гастроэнтерологии, неврологии, психологии и др. Внедрение в диагностику нейронных сетей может оказать заметную помощь в принятии врачебных решений, повысить качество и точность диагностики заболеваний, уменьшить время, которое уходит на обследование больного.

Чтобы верно поставить пациенту диагноз нужно учесть много факторов. Например, для диагностики инфаркта миокарда могут помочь более сорока различных параметров больного. Врачу будет очень сложно быстро проанализировать и оценить все эти параметры по отдельности и в совокупности и принять верное решение. К тому же, всегда есть место для человеческого фактора. Эти проблемы в некоторой степени решают нейронные сети.

Диагностика заболеваний с помощью ИНС. В 1990 году Вильям Бакст из Калифорнийского университета в Сан-Диего применил такую нейронную сеть для выявления инфаркта миокарда у пациентов, поступающих с жалобами на острую боль в груди. Он ставил своей целью создание инструмента, который мог бы помочь врачам, не способных проанализировать и об-

работать большой поток информации, характеризующую состояние поступившего человека. Помимо этого, нейронная сеть поможет усовершенствовать диагностику. Нейронная сеть показала точность 92% при обнаружении инфаркта и поставила ложный диагноз только в 4% случаев. Это один из примеров успешного использования искусственных нейронных сетей в диагностике заболеваний [2].

Учёные из Стэнфорда под руководством Эндрю Энджи, специалиста в области искусственного интеллекта, разработали нейронную сеть, которая после обучения может диагностировать аритмию. В некоторых случаях её показания были более точными, чем у экспертов. Кроме этого она работает быстрее человека. Таким образом, можно поручить нейронной сети обработку анализа медицинских снимков и результатов электрокардиограммы. В задачу врача будет входить только проверка результатов работы системы и постановка окончательного диагноза [3].

Это показывает, как сильно нейронные сети могут усовершенствовать медицину, улучшив различные аспекты в этой области. Кроме того, нейронные сети уже используются для выявления рака.

Как было сказано выше, чтобы нейронная сеть работала, её нужно обучить. Для этого ей было предоставлено 30000 30-секундных записей результатов измерений работы сердца больных аритмией. Для того чтобы увеличить точность алгоритма и сравнить результаты работы сети с диагнозами специалистов, было использовано 300 дополнительных записей. Их дали проанализировать компьютеру и врачам. После этого результаты оценивались кардиологами экстра-класса [4].

Кроме этого создаются нейронные сети для диагностики заболеваний позвоночника. Для обучения одной из таких нейронных сетей использовалось 250 наборов записей о состоянии пациентов. Ещё 60 были использованы для тестирования. Сеть представляла собой трёхслойный персептрон. Обучение проходило по алгоритму обратного распространения ошибки. В результате точность тестирования оказалась равна 83%, что не плохо для такого небольшого набора исходных данных [5].

Так же разрабатывается чат-бот для диагностики и профилактики заболеваний. Используя распознавание речи чат-бот будет сравнивать симптомы, которые он получает от пользователя, с базой данных заболеваний. В ответ на это он будет рекомендовать соответствующий курс действий, основанный на комбинации симптомов и истории болезни пациента. Например, ответ приложения кому-то, описывающему симптомы гриппа, может быть рекомендацией посетить аптеку для получения безрецептурного лекарства. Если пользователь сообщает о более серьезных симптомах, приложение может рекомендовать набор экстренной горячей линии или обратиться непосредственно в больницу. В дополнение к своей функции диагностики, приложение также предназначено для интеграции данных пациента от носимых устройств для мониторинга жизненно важных показателей, таких как частота сердечных сокращений и уровень холестерина [6].

Заключение. На основании этих экспериментов и исследований можно сделать вывод, что использование нейронных сетей в диагностике заболеваний вполне оправдано. Главная цель при их использовании – это выбор правильной архитектуры и способа обучения сети. Важную роль играют данные, на которых сеть обучается, и их объём. Эффективное применение нейронных сетей может значительно облегчить и ускорить работу врачей, а следовательно, помочь спасти много жизней.

Список литературы

[1] *Жуков Л.А., Решетникова Н.В.* Учебное пособие по дисциплине «Приложения нейронных сетей». — 2007. — С. 154.

[2] Нейрокомпьютерные системы. URL: https://mirznanii.com/a/311442-13/neyrokompyuternye-sistemy-2-13 (дата обращения 25.10.2019).

[3] *Рашитов Т.Ф.* Использование нейронных сетей для определения наличия сердечных заболеваний // Синергия наук. 2018. № 20. — С. 293-299.

[4] Методы обучения нейронных сетей. URL: https://livesurf.ru/zhurnal/6068-metody-obucheniya-nejronnyx-setej.html (дата обращения: 24.10.2019).

[5] *Воронова Л.И., Ван Юе.* Применение нейронной сети в прогнозировании заболеваний позвоночника. URL: https://scienceforum.ru/2019/article/2018013726 (дата обращения 24.10.2019).

[6] *Kumba Sennaar.* Machine Learning for Medical Diagnostic – 4 Current Applications. URL: https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-medical-diagnostics-4-current-applications (дата обращения 25.10.2019).

Пеников Арсений Александрович - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: arseny.penikov@yandex.ru

Козина Анастасия Валерьевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: anastasiya-kozin@list.ru

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

Н.А.Гаранин, Е.А. Черепков, Ю.С.Белов

КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ БЕЗНАЛИЧНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ NFC

Введение. На данный момент в мобильной индустрии существуют различные концепции, о которых многие даже не слышали. Поэтому вполне естественно, что нужно разобраться в некоторых нюансах. Итак, если вы спрашиваете о NFC, то вы как-то столкнулись с ним. Давайте разберемся подробнее.

NFC (Near Field Communication) - это технология высококачественной беспроводной связи с малым радиусом действия, которая позволяет осуществлять бесконтактный обмен данными между несколькими устройствами, расположенными рядом [1]. Например, между пластиковой смарт-картой или сотовым телефоном и терминалом. Технология NFC основана на RFID (радиочастотной идентификации) [2]. Это система является методом идентификации объектов в автоматическом режиме. Она использует радиосигнал для записи и чтения данных, хранящихся в транспондерах. В целом, можно сказать, что речь идет о технологии передачи информации по радио.

Функционирование NFC. Устройства, с NFC системой, должны находиться в пределах 4-6 сантиметров (8 сантиметров) друг от друга для обмена информации. “Объединение” двух устройств, содержащих чипы NFC, активирует магнитную индукцию [3]. Механизм аналогичен бесконтактным картам и картам доступа, которые используют работники для разблокировки дверей.

Два устройства реагируют, когда находятся на небольшом расстоянии друг от друга. Это значительно упрощает вопросы идентификации и безопасности, что значительно облегчает обмен информацией. NFC поддерживает шифрование, и тот факт, что устройства должны находиться так близко друг к другу для обмена данными, повышает безопасность, так как шансы хакера перехватить радиосигнал на таком коротком расстоянии минимальны. Предполагается, что технология NFC в области связи позволит избежать сложных процедур настройки, необходимых для других сложных технологий [4].

NFC идеально подходит для целого ряда использований. К ним относятся:

- Карта оплаты
- Продажа билетов
- Мобильные телефоны
- Контрольно-кассовые машины
- Турникеты
- Торговые автоматы
- Парковочный счетчик
- Банкоматов

Существует множество приложений для совместного использования с NFC. Например, они могут включать в себя общую загрузку данных с циф-

ровых камер или мобильных телефонов, а также любую другую передачу данных [5].

NFC - отличается от других беспроводных технологий не только в используемой механике, но и в предусмотренных приложениях.

- Bluetooth: хотя для передачи данных можно использовать как Bluetooth, так и NFC, Bluetooth был разработан для передачи данных на большие расстояния. NFC предназначен только для непосредственного контакта.
- Wi-Fi / IEEE 802.11: Wi-Fi предназначен для локальных сетей и не является одноранговой технологией.
- RFID: хотя RFID очень похож на NFC во многих отношениях, но RFID-это гораздо более широкая технология [6].

Вся концепция NFC основана на том, что расстояние, на котором можно осуществлять связь, ограничено, это определяет отличие от других форм связи.

Безопасность и конфиденциальность. В настоящее время многие пользователи смартфонов пользуются услугами GPS для "регистрации" в ресторанах или клубах, чтобы поделиться своим статусом с друзьями или просто получить скидку на товар от продавца. Технология NFC позволит достичь тех же целей, предлагая пользователям возможность раскрытие информации без необходимости использования GPS передачи. Пользователь может получить скидку или обновить статус, не передавая свое местоположение GPS другим пользователям [7]. Аспекты NFC позволяют пользователям принимать обдуманное решение о регистрации с помощью RFID-метки и предлагают преимущества конфиденциальности.

Каждый раз, когда мы пытаемся защитить себя от кражи личных данных, мы повышаем нашу конфиденциальность, чтобы минимизировать вторжение в наши учетные записи или социальные сети. Корпорации выпускают смарт-карты для своих сотрудников, которые используются в качестве безопасных учетных данных и безопасного идентификатора. Включенное мобильное устройство будет нашей собственной смарт-картой с защищенными учетными данными, которые принадлежат нам. NFC освобождает нас от использования паролей. Пароли в настоящее время нам не нужны, из-за их возрастающей сложности, уязвимости и необходимости обновления. Как инструмент, который потенциально может повысить нашу безопасность от кражи личных данных, и, следовательно, обеспечить нашу конфиденциальность, система NFC является позитивным развитием.

Заключение. Массовое внедрение мобильных телефонов с поддержкой NFC в течение ближайших лет предоставит возможность повысить нашу конфиденциальность как потребителей, предоставив нам возможность использовать наши собственные безопасные идентификационные устройства. Производители мобильных телефонов и правительство будут обеспечивать NFC функциям повышения конфиденциальности для получения коммерческой выгоды, и поэтому решается важнейший вопрос

усложнения архитектуры и безопасности базы данных, а также сокращения избыточного хранения личной информации.

Список литературы

[1]. What is NFC: near field communication. URL: https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/nfc-near-field-communication/what-is-nfc-tutorial.php (дата обращения: 30.10.2019).

[2]. *Воронова Л.И., Ван Юе.* Применение нейронной сети в прогнозировании заболеваний позвоночника. URL: https://scienceforum.ru/2019/article/2018013726 (дата обращения 27.10.2019).

[3]. *Жуков Л.А., Решетникова Н.В.* Учебное пособие по дисциплине «Приложения нейронных сетей». — 2007. —154 с.

[4]. Нейрокомпьютерные системы. URL: https://mirznanii.com/a/311442-13/neyrokompyuternye-sistemy-2-13 (дата обращения 25.10.2019).

[5]. *Рашитов Т.Ф.* Использование нейронных сетей для определения наличия сердечных заболеваний // Синергия наук. — 2018. — №20. — С. 293-299.

[6]. *Kumba Sennaar.* Machine Learning for Medical Diagnostic – 4 Current Applications. URL: https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-medical-diagnostics-4-current-applications (дата обращения 22.10.2019).

[7]. Методы обучения нейронных сетей. URL: https://livesurf.ru/zhurnal/6068-metody-obucheniya-nejronnyx-setej.html (дата обращения: 21.10.2019).

Гаранин Никита Андреевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: n.garanin2014@yandex.ru

Черепков Евгений Александрович - преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: e.cherepkov@yandex.ru

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

Д.С. Засыпкин, Ю.С. Белов

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»

Введение. Начало 20-го века ознаменовались революцией в быту людей. Новые, стремительно развивающиеся, технологии меняли наши дома, сначала освобождая людей от тяжелой работы по дому, включая стирку одежды, мойку посуды и уборку жилья в целом, а потом увеличивая степень комфорта жизни от беспроводного интернета до умных плазменных телевизоров и это не придел. Технологии могут снова изменить нашу жизнь. Сейчас, в 21-м веке, повсеместно реализуется концепция полностью автоматизированного, «Умного» дома.

Базовые основы технологии «Умный дом». Умный дом - это одна из самых обсуждаемых технологий нашего времени. Это дом, который включает в семя высокоразвитые автоматизированные системы, снабжённые искусственным интеллектом (ИИ) и объединяющие все электроприборы, и бытовую технику в доме в единую экосистему для мониторинга и управления любой составляющей дома - освещением, температурой, мультимедиа, безопасностью, открытием и закрытием окон и дверей, качеством воздуха или любых других задач, связанных с потребностью или комфортом жителей дома [1].

Всего десять лет назад представление о том, что вы можете управлять освещением, температурой и системами безопасности вашего дома удаленно с мобильного устройства, казалось невозможным. Мысль отдавать распоряжения по дому своим голосом звучала как далекая роскошь, которой будут наслаждаться только будущие поколения. Но сегодня технология умного дома реальна, она стремительно развивается и становится все более обширной, занимая новые аспекты жизни человека. Сигналы бытовой технике передаются не только по проводу, но и по беспроводной сети. Данная технология может быть особенно полезна для пожилых людей, людей с физическими нарушениями, а также инвалидов, которые хотят жить самостоятельно.

Умный дом кажется "умным", потому что его автоматизированные системы могут контролировать так много аспектов повседневной жизни. Например, холодильник может описывать свое содержимое, предлагать меню и списки покупок, рекомендовать полезные альтернативы и даже регулярно заказывать продукты. Интеллектуальные системы умного дома могут даже обеспечить повременную подачу корма для домашних животных или воды для полива домашних растений.

Две неотъемлемые составляющие по-настоящему "умного" дома, это, во-первых, датчики, исполнительные механизмы и приборы, которые подчиняются командам и предоставляют информацию о состоянии. Во-вторых, единые протоколы и инструменты, которые позволяют всем устройствам, независимо от поставщика, общаться друг с другом [2]. Именно таким инструментом и является внедрение в технологию «Умного дома» искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект и «Умный дом». Контроль температуры, безопасность дома и бытовые приборы, подключенные к Интернету вещей (IoT) и управляемые через смартфон не будут способствовать популяризации «Умных» домов в дальнейшем, ввиду своего повсеместного применения. Движущей силой растущей сегодня популярности технологии «умный дом» является введение персональных помощников на базе ИИ [3].

В 2011 году на массовый рынок впервые был представлен Siri от Apple, и владельцы iPhone впервые получили помощника с искусственным интеллектом и голосовым управлением. В 2013 году Microsoft представила Cortana, а в следующем году Amazon дебютировала Alexa и через год Amazon Echo, который продолжает доминировать на рынке «умных боксов» и сегодня [4].

Интеграция управляемых голосом помощников ИИ в умный дом позволила голосом менять освещение, температуру, влажность в комнате, управлять бытовой техникой. Взаимосвязь людей с интеллектуальными устройствами, которые мы используем в своих домах, посредствам искусственного интеллекта является той стадией технологии «Умный дом», на которой мы сегодня находимся [5].

Но, несмотря на то, что в наши дни мы ежедневно используем ИИ, нынешняя система умных домов во многом зависит от инициативы человека. Если мы хотим, чтобы наш цифровой помощник выполнил необходимое нам действие, мы должны отдать ему голосовую команду или вручную запланировать, чтобы он в определенное время выполнил наше поручение. Сегодня технология умный дом ориентирована на принятие решений непосредственно пользователем, но в ближайшем бушующем она станет более ориентированной на ИИ.

Следующая эволюция ИИ в технологии «Умный дом». Следующим этапом развития технологии «Умный дом» является внедрение в нее элементов машинного обучения (ML) для лучшей адаптации наших помощников к нашему поведению и привычкам. ML - это приложение к ИИ, которое позволяет системе автоматически учиться и совершенствоваться на основе своего опыта, а также данных, которые она собирает и анализирует.

Личные помощники, такие как Alexa от Amazon, уже давно включают нам музыку, управляют нашими устройствами и отвечают на наши вопросы, но с внедрением машинного обучения в эти системы, они смогут учиться и изучать наши привычки, предугадывать наши желания распознавать нас по внешнему виду, голосу и эффективнее упрощать нашу жизнь.

Такое будущее ожидает данную технологию, и все это благодаря достижениям в технологии ML. Помощники с ИИ в настоящее время могут многое для нас сделать, но в конечном итоге они смогут адаптироваться к нашим потребностям и целям. Вскоре они станут внешним мозгом в нашей жизни и будут активно управлять различными аспектами нашей повседневности.

Текущие ограничения ИИ в настоящее время сдерживают эту улучшенную адаптивность, но ML демонстрирует некоторые перспективы - и мы мо-

жем ожидать, что следующий шаг в развитии технологии умного дома будет включать в себя гораздо больше прогнозирующих и аналитических возможностей, что постепенно освободит человека от необходимости самому принимать решения и планировать задачи для цифрового помощника.

Заключение. На фоне общих стандартов и открытого исходный кода программ машинного обучения, рынок умных домов может реализовать свой полный потенциал уже в ближайшем бедующем. Таким образом, мы можем ожидать массовую адаптацию интеллектуальных домашних «гаджетов», которые будут более эффективными, экономичными и безопасными.

Большими проблемами, которые все еще остаются на пути широко распространенной адаптации «умного дома», являются «интеграция», посредственная безопасность персональных данных, зависимость от человеческого решения. У нас может быть интеллектуальный вентилятор с голосовым управлением, дистанционно управляемый очиститель воздуха, интеллектуальное зеркало, система позиционирования в помещении. Но большинство существующих продуктов предполагают отдельный контроль, или принятие решения человеком для их работы, что не приносит должный комфорт в использовании, эту проблему можно решить путем машинного обучения ИИ.

Список литературы

[1] *Технология* умный дом URL: https://www.inspectorgadgets.ru/post/smart-home-explained [дата обращения 15 октября 2019 г.]

[2] *The* race to create smart homes is on by Ira Brodsky, Computerworld, May 3, 2016 URL: https://www.computerworld.com/article/3062002/the-race-to-create-smart-homes-is-on.html [дата обращения 19 октября 2019 г]

[3] *Samuel* Greengard. The Internet of Things - MIT Press, 2015 г. – 210 с.

[4] *Amazon* Lets Users Create Their Own Smart Home by Ángel González, The Seattle Times for Government Technology URL: https://www.govtech.com/products/Amazon-Lets-Users-Create-Their-Own-Smart-Home.html [дата обращения 20 октября 2019 г.]

[5] *А. Дементьев.* «Умный» дом XXI века — «Издательские решения», 2016 г. – 142 с.

Засыпкин Денис Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: d.s.zasypkin@yandex.ru

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

С.А. Новикова, Ю.С. Белов

МЕТОДОЛОГИЯ DSDM В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

С развитием технических и экономических сфер жизни общества возникла необходимость в хранении, систематизации и обработке огромного количества информации. Так например, в начале своего развития небольшие компании вполне могут использовать стандартные офисные средства для ведения учета своей деятельности, однако в процессе их роста возникает необходимость в использовании корпоративной информационной системы, отвечающей всем требованиям данной компании.

Большое количество сфер использования информационных систем, различие сроков и бюджета, в которые необходимо уложиться при их разработке, а также уровней сложности проектов, в конечном итоге привело к возникновению большого числа методологий их создания. Одной них является Dynamic Systems Development Method (DSDM).

Методология DSDM базируется на Rapid Application Development – концепции создания средств разработки программных продуктов, уделяющей особое внимание быстроте и удобству программирования. Это объясняется тем, что при создании данной методологии предполагалось ее использование только в сфере разработки программного обеспечения.

DSDM базируется на 9 основных принципах [1]:

- Вовлечение в работу над проектом конечного пользователя – этот пункт позволяет разработать продукт, удовлетворяющий требованиям заказчика с меньшими потерями времени и бюджета.
- Работающая над проектом команда имеет возможность вносить в проект серьезные коррективы без предварительного согласования с начальством.
- Частый выпуск новых версий проекта, с расчетом на то, что лучше быстро выпустить хороший продукт, чем создать идеальный, но потратить на это в несколько раз больше времени.
- Один из главных критериев работы – поставка на рынок в основном актуального на данный момент продукта, однако большая роль отводится и решению критических проблем, касающихся функционала продукта.
- Итеративная и инкрементная разработка. Проект разбивается на несколько итераций, каждая из которых подразумевает включение в продукт нового функционала. Итерации заканчиваются, когда в проекте реализовывается последняя из предусмотренных возможностей.
- Обратимость любых изменений, внесенных в проект во время разработки. Система разрабатывается небольшими «шагами», что позволяет с минимальными потерями данных вернуться к предыдущей версии.
- Взаимодействие между всеми лицами, занятыми в разработке, повышает эффективность.

- Перед началом работы над проектом сразу устанавливаются высокие требования к качеству конечного результата.
- Тестирование является одним из этапов жизненного цикла проекта.

В рассматриваемой методологии выделяется три основных стадии работы над проектом [2]:

Предпроектная, на которой принимается решение о целесообразности реализации проекта, на основе анализа экономических затрат и возможных вариантов разработки.

Жизненный цикл. В ходе своего жизненного цикла проект последовательно проходит несколько основных этапов разработки:

- Исследование экономической целесообразности, а также реализуемости в рамках DSDM. На данном этапе составляется документ, содержащий первоначальное представление архитектуры информационной системы, а также план разработки.
- Разработка и анализ функционального прототипа информационной системы. Результатом анализа является документ, включающий обзор функционального прототипа.
- Итерация разработки, в ходе которой происходит проектировка и разработка продукта. Следует отметить, что все работы сразу ведутся на высоком уровне качества.
- Подготовка к реализации. На этом этапе происходит разработка пользовательской документации, продукт тестируется и дорабатывается по мере необходимости, проводится обучение конечных пользователей и т.д.
- Выпуск готового продукта.

Постпроект - стадия, где проводится анализ реализованной системы, по итогам которого решается вопрос о необходимости дальнейшего увеличения функциональности информационной системы.

В связи с тем, что данная методология подразумевает разработку в максимально короткие сроки, для обозначения этапов выполнения отдельных частей проекта используется понятие timebox (небольшой интервал времени, в течении которого требуется выполнить определенный набор заданий).

DSDM предполагает реализацию проекта в конкретные сроки без выхода за рамки установленного бюджета. Однако, при таких условиях велика вероятность возникновения проблем с реализацией всего изначально запланированного функционала. Чтобы избежать потери важных частей проекта, используется принцип приоритетности (MoSCoW) [3]. Он предполагает разделение проекта на обязательные для реализации части и элементы, которыми можно пренебречь или добавить в более поздней версии продукта.

Для разработки функциональной модели будущего проекта в рассматриваемой методологии используется прототипирование. (Создание детального плана будущего проекта, допускающего наличие ошибок и неэффективного способа реализации) [4]. Оно используется для выяснения технических сложностей при реализации запланированных функций, а также помогает определить слабые места системы. Кроме того, прототипирование позволяет пользо-

вателям самим протестировать систему и указать разработчикам на нуждающиеся в доработке элементы.

Как и во многих методологиях, в DSDM используется такое понятие как «собрания». Однако DSDM предполагает более эффективный способ выбора участников – приглашаются только лица, заинтересованные или задействованные в разработке данного проекта.

Каждому члену команды в данной методологии предоставляется одна из ролей в проекте [5]. Перечень основных обязанностей составляют: менеджер проекта, обеспечивающий основное руководство; супервайзер (Visionary), следящий за соответствием проекта плану и его актуальностью; исполнительный директор, отвечающий за распределение ресурсов; руководитель команды разработчиков; технический координатор – ответственный за архитектуру продукта и его техническое состояние; разработчик, принимающий участие в анализе требований заказчика, моделировании, проектировании и реализации проекта; тестировщик; консультирующий пользователь, предоставляющий оценку продукта с точки зрения его последующих пользователей.

Заключение. Основными достоинствами методологии DSDM являются ее высокая эффективность, относительная простота и возможность работы во многих областях, несмотря на то что метод создавался исключительно для сферы разработки ПО. А среди недостатков можно выделить то, что внедрение методологии DSDM не является быстрой и дешевой процедурой. Более того, работа по рассматриваемой методологии может потребовать внесения значительных изменений в организационную культуру предприятия.

Список литературы

1. A Full Lifecycle Agile Approach: Dynamic Systems Development Methodology (DSDM) [Электронный ресурс] URL: https://agile-mercurial.com/2018/07/09/a-full-lifecycle-agile-approach-dynamic-systems-development-methodology-dsdm/ (дата обращения 10.10.2019)

2. *Методы* разработки проектов: Waterfall, Rational Unified Process(RUP), Iterative & Incremental, Agile, DSDM. [Электронный ресурс] URL: http://time-management.by/metody-razrabotki-proektov-waterfall-rational-unified-processrup-iterative-incremental-agile-dsdm/ (дата обращения 10.10.2019)

3. *Systems* Analysis and Design// Dynamic System Development Method (DSDM) [Электронный ресурс] URL: http://www.freetutes.com/systemanalysis/sa2-dynamic-system-development-method.html (дата обращения 11.10.2019)

4. *Dynamic* Systems Development Methodology [Электронный ресурс] URL: https://www.ukessays.com/essays/information-systems/dynamic-systems-development-methodology.php (дата обращения 12.10.2019)

5. *Dynamic* systems development method explained [Электронный ресурс] URL:http://everything.explained.today/Dynamic_systems_development_method (дата обращения 12.10.2019)

Новикова Софья Алексеевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия E-mail: Bon-paris@yandex.ru

Белов Юрий Сергеевич- доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: fn1-kf@mail.ru

И.И. Пармузин, И.А. Крысин

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПО ТЕХНГОЛОГИИ WI-FI

В наше время все больше устройств зависимы от работы Wi-fi сетей, среди них: система умный дом, телевизор, ноутбук, телефон, камеры наблюдения и прочее, и со временем список будет только увеличиваться [1].

В этой статье выделены 4 основных метода взлома Wi-fi которые актуальны на данный момент и способы защиты от них [2]:

Виды атак на беспроводные сети Wi-fi:

• Pixie Dust
• Wi-fi Protected Setup (WPS)
• Evil Twin
• Handshake cracker

Pixie Dust. Проблема данной уязвимости заключается в генерации случайных чисел E-S1 и E-S2 на многих устройствах. Если удастся узнать эти числа — тогда запросто удастся получить WPS pin.

Данная атака актуальна, но проблема в том, что устройств, которые подвержены данной уязвимости уже крайне мало. Но если повезет с такой точкой доступа взлом пройдет за пару минут. Единственная особенность этого метода: надо быть довольно близко к точке взлома (20-70 метров).

Программы для взлома:

• reaver - linux
• router scan - windows
• pixiewps – linux

Wi-fi Protected Setup (WPS). Проблема заключается в общении между роутерам и новым подключением устройством к нему. Взломщик, который захочет взломать точку доступа отправляет некий PIN код для авторизации в беспроводной сети. Если PIN не верны, то в ответ он получит EAP-NACK. Исходя из этого можно получить первую половину PIN кода, а вторую половину кода можно получить, анализируя контрольную сумму, которая высчитывается из первой половины. Все это подводит к атаке посредством перебора. Данная атака, вероятно, завершиться успехам так как число необходимых нам попыток сократиться с 10^8 до 10^7.

Данную атаку можно провести гораздо чаще чем предыдущую, в среднем на практике встречаться 30% - 40% роутеров с включенным wps (но разработчиками были приняты меры по обеспечению безопасности, которые усложнили работу взломщиков, а именно добавили таймауты после нескольких неверных попыток подключения) [3]. Но все же еще встречаются роутеры где блокировки нет. При эксплуатации данной атаки можно получить пароль от точки доступа за 4 - 5 часов, но бывает, что перебор может затянуться до 10 часов.

Программы:

• reaver - linux
• bully - linux
• router scan - windows

Evil Twin. Данная атака основана на социальной инженерии, в рунете она звучит как злой двойник. Реализация такого типа атак происходит в два этапа. Сначала нужно провести dos атаку на точку доступа цели, второе создать копию атакуемой точки доступа. Таким образом у цели пропадет Wi-fi, из-за dos атаки, а в списки сетей будет видна только фальшивая точка доступа. После не долгого ожидания пользователь скорее всего подключится к фальшивой точке доступа, а там уже будет ждать заготовленная страница с просьбой подтверждения личности для доступа к интернету или обновить прошивку роутера для дальнейшего доступа к интернету. На этом этапе все ограничивается только фантазией взломщика. Часто бывает, что цель не вводит пароль, если атака длится не достаточно долго и не стабильно [4]. В рамках исследования программа Fluxion работала более стабильно, чем аналогичный софт. Для Fluxion лучше создавать свои фишинговые страницы так как те, которые есть в наличии не подходят для стран СНГ или в целом устарели.

Программы:
• fluxion - linux
• wifiphisher - linux

Handshake cracker. Данный метод довольно устаревший, но эффективный и подходит для любой точки доступа так, как они все позволяют получить Handshake. Его можно получить во время подключения пользователя, который знает правильный пароль, к беспроводной точке доступа. После того как был получен Handshake будет проведён перебор паролей по словарю и в случае успеха будет получен пароль.

Данный метод в большинстве случаев работает, но самый большой минус данной атаки заключаются в словаре и вычислительной мощности ПК. По статистике большинство роутеров имеют числовой пароль, что гарантирует успешный взлом.

Можно подключить хорошую видеокарту к перебору и тем самым увеличить скорость подбора пароля. Существуют сервисы, которые предназначены для этих задач. На xsrc.ru можно подобрать пароль всего за 2$. Перебор пароля через данный сервис потребует примерно 2 мин (пароль был числовой).

Программы:
• airodump-ng - linux
• hashcat - windows / linux

Если удастся получить доступ к Wi-fi, это позволит увидеть все пароли и весь поток файлообмена, например с помощью довольно известной операционной системы Kali Linux можно увидеть ARP трафик — с его помощью удобно анализировать, сколько всего устройств в данный момент подключено к локальной сети, какие у них IP адреса и какие MAC адреса. Зная MAC

адрес устройства можно узнать его производителя, а также можно увидеть все отправленные DNS запросы.

Благодаря этим запросам можно узнать, какие сайты посещали пользователи (даже если эти сайты используют HTTPS), а также к каким онлайн сервисам были сделаны запросы.

Здесь можно узнать множество информации. Например, можно увидеть запросы к сервисам и передаваемые данные, в том числе API ключи, идентификаторы устройств, а также:

Посещённые URL адреса со всеми передаваемыми параметрами.

Информация авторизации, используемой при отправке данных.

Загруженные и открытые в Интернете файлы.

Установленные или переданные пользователем cookies.

Можно сохранить любой переданный файл.

При подключении к Wi-fi можно при помощи специального ПО получить доступ к настройкам роутера, сменить пароль, загрузить не верные драйвера, что бесповоротно испортит роутер, или прослушивать весь трафик. С помощью этого можно получить данные онлайн кошельков или логина и пароля от социальных сетей. Также можно заразить все устройства в сети вирусами.

В итоге можно предложить несколько рекомендаций:

При настройке роутера перейти на сайт провайдера и сменить как логин, так и пароль со стандартных admin/admin на сочетание букв разного регистра и цифр. Логин и пароль должны быть длиннее 10 символов это очень сильно увеличит время взлома (видеокарта, перебирающая 90 000 комбинаций в секунду, показывала время до конца перебора 70 лет)

На многих сетевых ресурсах рекомендуют скрывать имя сети для повышения безопасности (но скрывание имени Wi-fi не является преградой для взломщика, имя сети всё равно можно узнать, поэтому пароль должен стоять обязательно), пароль должен быть длинным и разнообразным.

Защититься от глушения Wi-fi очень трудно (из-за этого интернет от роутера будет возможно получать только по витой паре). Явный признак атаки — это появление в списке Wi-fi сети с таким же именем, как и у пользователя только без пароля. Если воспользоваться такой сетью, то скорее всего при использовании браузера попросят ввести пароль от роутера под различными предлогами. Не рекомендуется вводить пароль. Лучше всего подождать или воспользоваться мобильным интернетом (его простыми доступными средствами не заглушить [5]).

Список литературы

[1]. *Атавина А.В.* Проблемы безопаности беспроводных сетей // Проблемы науки. 2017. №7 (20). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-bezopanosti-besprovodnyh-setey (дата обращения: 19.09.2019).

[2]. *Безкоровайный М.М., Татузов А.Л.* Кибербезопасность подходы к определению понятия // Вопросы кибербезопасности. 2014. №1 (2). URL:

https://cyberleninka.ru/article/n/kiberbezopasnost-podhody-k-opredeleniyu-ponyatiya (дата обращения: 19.09.2019).

[3]. *Цой М.И.* Исследование безопасности беспроводных сетей г. Томска // ПДМ. Приложение. 2009. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-bezopasnosti-besprovodnyh-setey-g-tomska (дата обращения: 19.09.2019).

[4]. *Шелухин О.И., Симонян А.Г., Иванов Ю.А*. Особенности DDoS атак в беспроводных сетях // T-Comm. 2012. №11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-ddos-atak-v-besprovodnyh-setyah (дата обращения: 19.09.2019).

[5]. *Батаева И.П.* Защита информации и информационная безопасность // НиКа. 2012. №. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-informatsii-i-informatsionnaya-bezopasnost (дата обращения: 19.09.2019).

Пармузин Игорь Игоревич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: iparmuzin@mail.ru

Крысин Иван Александрович - студент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: imouse101@gmail.com

А.А. Артемова, Ю.С. Белов

МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИЦ

Введение. Технологию обнаружения лиц для решения поставленных задач ежегодно использует всё большее количество проектов. В их число входят программы, где детектирование является как базовой частью, позволяющей производить дальнейшие вычисления (распознавание лиц или эмоций), так и основной задачей (системы автоматического подсчёта посетителей мероприятий, оценка загруженности линий метро). Успешная реализация подобных проектов возможна лишь при верном обнаружении лиц.

Для увеличения точности детектирования объекта первоначально используется предварительная обработка изображения, затем - применение различных техник работы с данными. Подобная многоступенчатая работа позволяет улучшить качество распознавания. В данной статье рассматриваются способы обработки изображения, позволяющие при неизменной использующейся технике детектирования лица улучшить качество распознавания лиц.

Основы обнаружения лиц. Рассмотрим работу программы для детектирования лиц, основывающуюся на работе реализованного в библиотеке OpenCV каскадного классификатора, использующего признаки Хаара. В качестве исходного изображения изначально было загружено необработанное изображение. При работе программа накладывает на изображение различные прямоугольники со светлыми и тёмными областями. Для каждого из них рассчитывается значение признака Хаара: суммируется яркость пикселей в каждой части прямоугольника и умножается на весовой коэффициент области. Затем вычисляется разность между светлой и тёмной частями. Результат вычисления значения признака Хаара для различных частей изображения сохраняется и по окончании работы классификатор определяет: есть лицо на изображении или нет. Результат работы можно увидеть на рис.1.

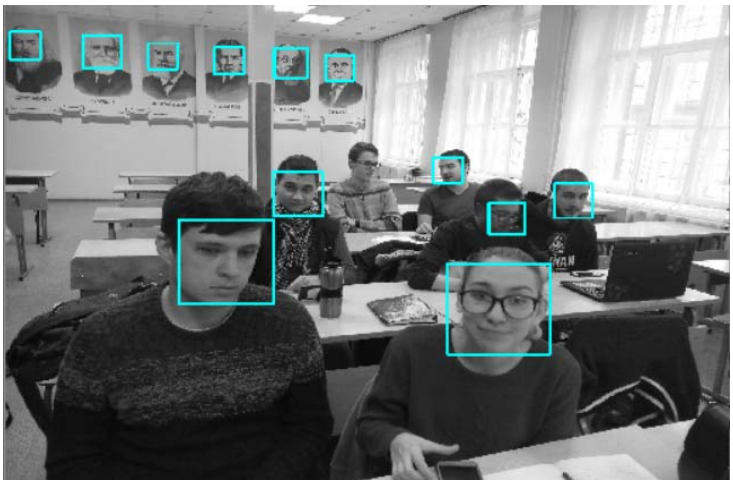


Рис.1. Результат детектирования лиц на необработанном изображении

Программа распознала 12 из 13 лиц. Теперь необходимо произвести обработку изображения. Поскольку для определения лиц применялся каскадный классификатор, то для получения иного результата необходимо добиться изменения значения признака Хаара для накладывающихся на изображение прямоугольных областей.

Существует множество способов обработки изображений. Иногда для достижения наилучшего эффекта некоторые из них применяют последовательно одно за другим. Рассмотрим два базовых способа: помеховую фильтрацию и коррекцию яркости и контраста.

Обработка изображений. Поступающие для обработки изображения могут содержать цифровой шум, наличие которого увеличивает неточность при вычислении признаков Хаара. Алгоритмы, использующиеся при помеховой фильтрации служат для “сглаживания” негативно сказывается на результатах применения. Помеховая фильтрация использует алгоритмы обработки изображения, позволяющие в той или иной степени подавить цифровой шум. В результате значение признаков Хаара для областей на изображении будет наиболее приближено к значению признаков для “чистого” изображения, что позволит увеличить точность определения лиц [1].

Наибольшую популярность среди фильтров получил медианный фильтр. Принцип его работы прост: значение пикселя на изображении заменяется на значение медианы яркости в его окрестностях. Стоит отметить, что для наилучшей работы классификатора фильтрацию применяют так же в целях понижения чёткости изображения.

После применения фильтрации (если она была необходима) необходимо произвести коррекцию контрастности и яркости изображения. Яркостью называют числовую характеристику, показывающую на сколько цвет пикселя изображения отличен от чёрного. Контрастность определяет разброс между показателями яркости. Изменение данных характеристик может позволить увидеть на изображении нечёткие ранее детали.

Среди средств коррекции чаще всего используется выравнивание (эквализация) гистограммы изображения. Данный метод позволяет изменить параметры яркости и повысить общую контрастность. Однако зачастую использование обычного выравнивания гистограммы несёт потерю данных, расположенных в светлой части изображения из-за чрезмерной яркости. Поэтому для предотвращения потери данных при используют адаптивное выравнивание гистограммы [2], в котором используется ограничение контраста. Оно позволяет ограничить увеличение яркости для светлых участков изображения.

В качестве предварительной обработки было решено применить адаптивное выравнивание гистограммы исходного изображения. Результат работы программы можно увидеть на рис.2. Все 13 из 13 лиц были распознаны. Увеличилась общая яркость и контрастность изображения.

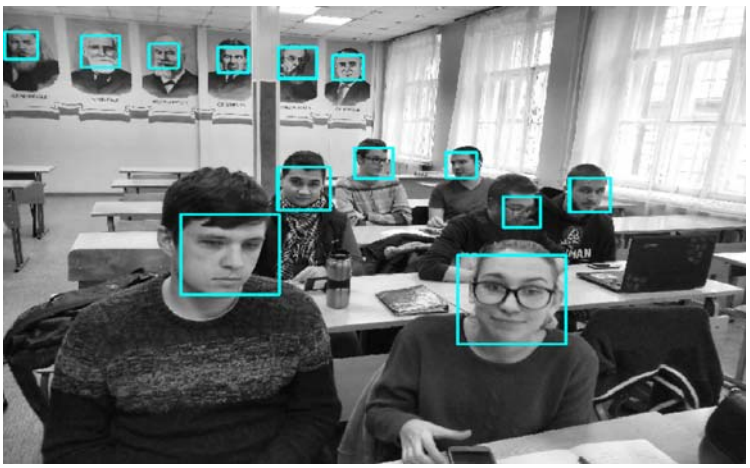


Рис.2. Результат детектирования лиц на обработанном изображении

Заключение. Таким образом, использование различных видов предварительной обработки изображения без модификации каскадного классификатора, позволяет увеличивать точность определения лиц, что важно для последующей работы с данными.

Список литературы

[1] *Предварительная* обработка изображений [Электронный ресурс]//Моделирование и распознавание 2D/3D образов: сайт - Режим доступа: https://api-2d3d-cad.com/processingimages/#2 (Дата обращения 17.09.2019)

[2] *Histograms* - 2: Histogram Equalization [Электронный ресурс]//Документация OpenCV - Python Tutorials: сайт - Режим доступа: https://opencv-python-tutroals.readthedocs.io/en/latest/py_tutorials/py_imgproc/py_histograms/py_histogram_equalization/py_histogram_equalization.html#histogram-equalization (Дата обращения 04.10.2019)

Артемова Анна Александровна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия E-mail: AnArtAl@mail.ru

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

И.С. Голубев, Ю.С. Белов

МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СЕРВЕРОВ

Большинство современных разработчиков в области WEB уже несколько лет могут слышать про новый способ построения архитектуры приложения, собственно, этим способом и является микросервисная архитектура.

Микросервисы могут быть самых различных видов, от авторизации и регистрации новых пользователей до реализации какой-либо примитивной бизнес-логики. Эти сервисы построены вокруг бизнес-потребностей и развертываются независимо с использованием полностью автоматизированной среды. Существует абсолютный минимум централизованного управления этими сервисами. Сами по себе эти сервисы могут быть написаны на разных языках и использовать разные технологии хранения данных [1].

Чтобы рассказать о архитектуре микросервисов, лучше всего сравнить её с монолитом (monolithic style): приложением, построенном как единое целое. Корпоративные приложения часто включают три основные части: пользовательский интерфейс (состоящий как правило из HTML страниц и javascript-а), база данных (как правило реляционной, со множеством таблиц) и сервер. Серверная часть обрабатывает HTTP запросы, выполняет основную логику, запрашивает и обновляет данные в БД (базе данных), заполняет HTML страницы, которые затем отправляются браузеру клиента. Любое изменение в системе приводит к пересборке и развертыванию новой версии серверной части приложения [2].

Монолитный сервер — довольно очевидный способ построения подобных систем. Вся логика по обработке запросов выполняется в единственном процессе, при этом можно использовать возможности одного языка программирования для разделения приложения на классы, функции и namespace-ы. Можно запускать и тестировать приложение на машине разработчика и использовать стандартный процесс развертывания для проверки изменений перед поставкой продукта конечным пользователям. Можно масштабировать монолитное приложения горизонтально путем запуска нескольких физических серверов за балансировщиком нагрузки.

Микросервис – это насколько возможно минимальная, легко изменяемая самостоятельная единица приложения, имеющая свою собственную логику.

Сервер на основе микросервисов достаточно лёгок в поддержке и доработке, но развёртка занимает больше времени и усилий. Каждый микросервис имеет свою собственную логику и не задевает логику не связанных с ним процессов. Любое масштабирование возможно.

Если описать примитивнейшие сценарии работы этих двух подходов, то получится примерно следующее:

1. Монолит – пользователь, используя программный клиент (обычно тонкий) посылает запрос на сервер, сервер обрабатывает запрос, путём при-

менения ограничений бизнес-логики и «общения» с базой данных, и отдаёт результат клиенту, отображающему информацию для пользователя.

2. Микросервисы – пользователь, используя программный клиент (любой, напрямую включая браузеры, мобильные приложения, десктопные приложения и прочее), посылает запрос на сервер, а конкретнее в шлюз API, который уже определяет, к какому именно микросервису необходимо отправить запрос, далее запрос попадает в конечный микросервис, либо проходя через необходимую бизнес-логику других микросервисов, либо напрямую. Далее конечный микросервис формирует ответ (возможно не окончательный) и отправляет его обратно в шлюз, который возвращает результат пользователю на клиент.

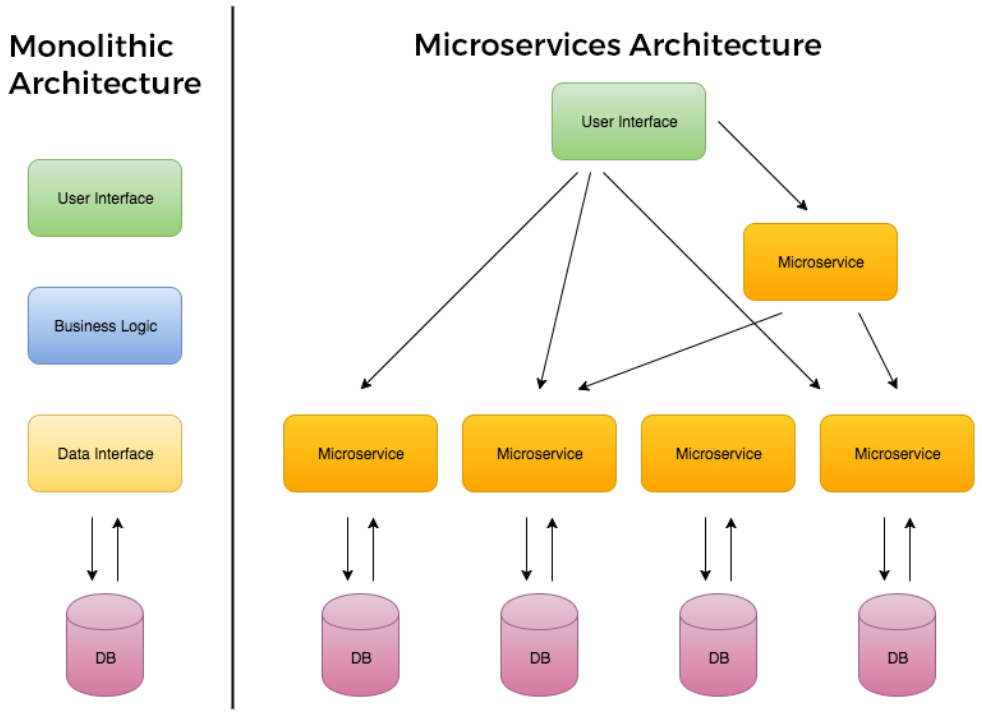


Рис. 1. Сравнение монолитной и микросервисной архитектур

По сравнению с монолитной архитектурой, микросервисная обладает рядом преимуществ:

1. Частичное развёртывание – каждый микросервис разворачивается отдельно на самостоятельном сервере, имеет свой контекст и свою базу данных, если она ему нужна. Можно развернуть только один микросервис и он будет выполнять свои функции, что очень удобно при тестировании, рефакторинге и дальнейшей разработке.

2. Доступность для пользователя – высокая надёжность всей системы – даже если один сервер выйдет из строя, это никак не отразится на пользователях всей системы, которые не взаимодействуют с микросервисом, развёрнутым на пострадавшем сервере.

3. Сохранение модульности - сохранять модульность и инкапсуляцию может быть непросто, несмотря на правила SOLID (single responsibility, open-closed, Liskov substitution, interface segregation и dependency inversion). Одна-

ко микросервисы позволяют гарантировать отсутствие общих состояний (shared state) между модулями [3].

4. Мультиплатформенность/гетерогенность - микросервисы позволяют использовать разные технологии и языки, в соответствии с вашими задачами.

В то же время, монолитная архитектура, не обладая этими преимуществами, имеет некоторые положительные стороны:

1. Простота - монолитная архитектура гораздо проще в реализации, управлении и развёртывании. Микросервисы требуют тщательного управления, поскольку они развёртываются на разных серверах и используют API.

2. Согласованность (Consistency) - при монолитной архитектуре проще поддерживать согласованность кода, обрабатывать ошибки и т. д. Но микросервисы могут полностью управляться разными командами с соблюдением разных стандартов.

3. Межмодульный рефакторинг - единая архитектура облегчает работу в ситуациях, когда несколько модулей должны взаимодействовать между собой, или когда хотим переместить классы из одного модуля в другой. В случае с микросервисами нужно очень чётко определять границы модулей [3].

Таким образом, в нынешней ситуации, когда в программных продуктах начинают преобладать большие проекты с огромными массивами кода и компании с большим количеством команд разработки, использование микросервисной архитектуры более рационально. Если же задумывается примитивное приложение, то привлекательнее использовать монолит.

Список литературы

[1]. *Ньюмен С.* Создание микросервисов. – 2016.

[2]. *Ричардсон К.* Микросервисы. Паттерны разработки и рефакторинга. - 2019.

[3]. *Фаулер М.* Архитектура корпоративных программных приложений, Patterns of Enterprise Application Architecture. - 2017

Голубев Иван Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: Ptiz1999@yandex.ru

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

С.Г. Жилин, И.А. Крысин

МНОГОЯДЕРНЫЙ ПРОЦЕССОР ДЛЯ МНОГОЗАДАЧНОГО ИИ

Аббревиатура ИИ расшифровывается как Искусственный Интеллект. Это область информатики, которая занимается разработкой интеллектуальных компьютерных систем, то есть систем, обладающих возможностями, которые мы традиционно связываем с человеческим разумом, — понимание языка, обучение, способность рассуждать, решать проблемы и т. д. [1].

Сферы применения ИИ достаточно широки и охватывают как распространённые технологии, так и появляющиеся новые направления, далекие от массового применения - это весь спектр решений, от пылесосов до космических станций. Можно разделить всё их разнообразие по критерию ключевых точек развития [1].

ИИ — это широкая предметная область. Более того, некоторые технологические направления ИИ фигурируют как новые подотрасли экономики и обособленные сущности, одновременно обслуживая большинство сфер в экономике [1].

Рис. 1. Основные коммерческие сферы применения технологий искусственного интеллекта

Развитие применения использования ИИ ведет к адаптации технологий в классических отраслях экономики по всей цепочке создания ценности и преобразует их, приводя к алгоритмизированию практически всего функционала, от логистики до управления компанией [1]. ИИ может использоваться не только в вышеперечисленных отраслях. Функционал этой технологии обширен. Имеются случаи успешного применения ИИ в отраслях живописи, музыки, дизайне, биологии и так далее. Также имеются примеры самообучаемого искусственного разума на подобии человека.

Но на данный момент, проблема ИИ состоит лишь только в ограниченности ресурсов, сложности и, так скажем, интеллекта самого человека. Для раскрытия полного потенциала данной технологии необходимы более развитые технологии, которые, в свою очередь, не стоят на месте. Возможно, в скором будущем, будет создан робот с полным и выраженным искусственным интеллектом.

Есть один метод создания «полного» ИИ, который описала М. П. Булавинова: «Реальный шаг вперед на пути создания универсального ИИ и загрузки сознания - эмулирование, т.е. копирование, всего мозга. Эта идея состоит в создании точной копии конкретного работающего мозга на небиологической основе, например на компьютере. Но человеческий мозг - это уникальнейшая, сложнейшая система, и сегодня изучена только ее часть. ... Это создает большие трудности для ученых, занимающихся его изучением» [2]. Поэтому это не возможно на сегодняшний момент.

Для более широкой и корректной работы ИИ нужны технологии с большей мощностью. Например в 2016 году компания KnuEdge Inc, возглавлявшее американское космическое агентство NASA в 1990-х годах, сообщила о готовности коммерческих поставок нейроморфных процессоров семейства KnuPath. Этот уникальный 256-ядерный процессор предназначен для выполнения задач, связанных с голосовой идентификацией и широкого спектра других задач, имеющих отношение к глубинному машинному обучению и самообучению [3].

Процессор KnuPath (в спецификации Hermosa) построен в соответствии с принципами архитектуры LambdaFabric и может быть использован в оборудовании дата-центров, где сможет наиболее полно реализовать свои возможности. Архитектура LambdaFabric позволяет создавать вычислительные системы, включающие в свой состав до 512 тысяч процессоров. При этом время задержки передачи данных от одной стойки к другой составляет порядка 400 наносекунд, что вполне сопоставимо или выше быстродействия самых современных магистральных шин, используемых в суперкомпьютерах [3].

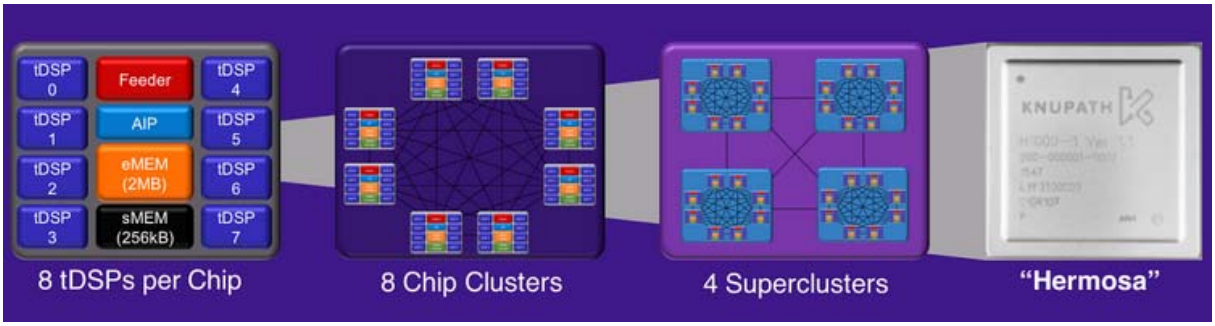


Рис. 2 - Особенности архитектуры процессора KnuPath

На кристалле каждого из процессора KnuPath располагаются 256 DSP-ядер, 64 программируемых модуля прямого доступа к памяти (DMA), интегрированный маршрутизатор L1, что в комплексе позволяет обеспечить вычислительную мощность одного процессора в 256 Гфлопс при полосе пропускания памяти 3.702 Гбит/сек. Процессор располагает 16-тью двунаправленными портами ввода-вывода, обеспечивающими обмен данными со ско-

ростью 320 Гбит/сек [3]. Это позволяет снабдить ИИ большой вычислительной мощностью для ещё более быстрого достижения результата и больших возможностей, в плане: информации, обучения, реализации и обработки запросов и выводов.

Недавно был представлен более «масштабный» процессор — Cerebras Wafer Scale Engine (WSE) или движка Cerebras масштаба кремниевой пластины — в рамках ежегодной конференции HotChips 31. Это кристалл площадью 46 225 квадратных миллиметров со сторонами 21,5 см. На изготовление одного процессора уходит целая 300-мм пластина. При малейшей ошибке уровень брака составляет 100 %, а цену вопроса даже трудно представить [4].

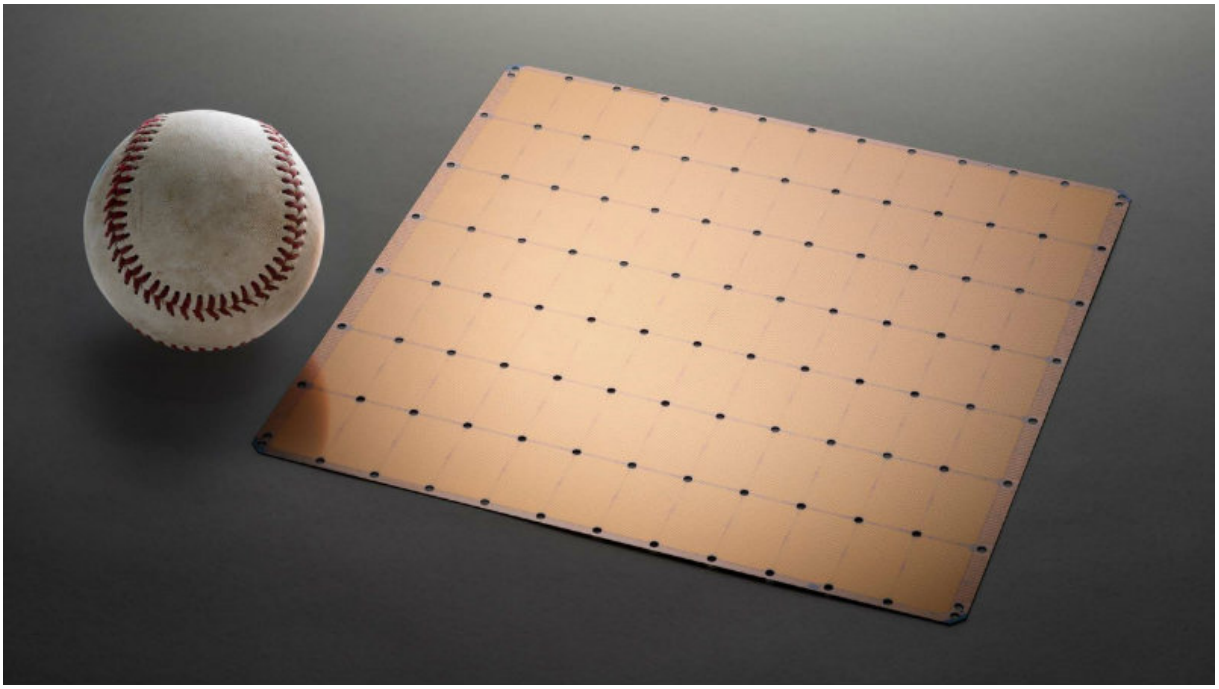


Рис. 3. Сравнение габаритов бейсбольного меча с процессором Cerebras

Выпуском Cerebras WSE занимается компания TSMC. Техпроцесс — 16 нмFinFET. Производство подобного чипа потребовало высшего мастерства и решения массы проблем перед реализацией проекта. Чип Cerebras — это фактически суперкомпьютер на чипе с невероятной пропускной способностью, минимальным потреблением и фантастическим параллелизмом. В настоящий момент это идеальное решение для машинного обучения, которое позволит исследователям начать решать задачи чрезвычайной сложности [4].

Каждый кристалл Cerebras WSE содержит 1,2 трлн транзисторов, организованных в 400 000 ИИ-оптимизированных вычислительных ядер и 18 Гбайт локальной распределённой памяти SRAM. Всё это связано ячеистой сетью с общей производительностью 100 петабит в секунду. Пропускная способность памяти достигает 9 Пбайт/с. Иерархия памяти одноуровневая. Кеш-памяти нет, перекрытия нет, задержки обращения минимальные. Это идеальная архитектура для ускорения задач, связанных с ИИ. Проведём аналогию: в сравнении с самыми современными графическими ядрами чип Cerebras обеспечивает в 3000 раз больший объём памяти на кристалле и в 10

000 большую скорость обмена с памятью [4]. Благодаря таким технологиям исследования в области искусственного интеллекта ускорятся и достигнут больших успехов.

Несмотря на многие тонкости в искусственном интеллекте, их можно решить большой вычислительной мощностью, которая даст значительные прорывы в тех или иных задачах ИИ. Таким образом, как писала О.Г. Басалаева, можно спрогнозировать, что когда искусственный интеллект станет более совершенным, информационные технологии, интеллектуальная культура и художественная культура станут неразделимы, инициируя качественные изменения культуры человека [5].

Список литературы

[1]. *Искусственный* интеллект (ИИ). [Электронный ресурс]. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Искусственный_интеллект_(ИИ,_Artificial_intelligence,_AI) (дата обращения 26.09.2019)

[2]. *Булавинова М.П.* Риски и угрозы новых технологий, основанных на искусственном интеллекте. (обзор) // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 8, Науковедение: Реферативный журнал. 2018. №2. [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/riski-i-ugrozy-novyh-tehnologiy-osnovannyh-na-iskusstvennom-intellekte-obzor (дата обращения 13.10.2019).

[3]. *Нейроморфный* 256-ядерный процессор и другие продукты компании KnuEdge Inc. создававшиеся для армии, теперь общедоступны.[Электронный ресурс]. URL: https://habr.com/ru/company/dronk/blog/394897/(дата обращения 13.10.2019)

[4]. *Создан* самой большой в мире процессор для искусственного интеллекта. [Электронный ресурс]. URL:http://okknews.ru/sozdan-samoj-bolshoj-v-mire-processor-dlya-iskusstvennogo-intellekta/(дата обращения 13.10.2019)

[5]. *Басалаева О.Г.* Особенности взаимосвязи интеллектуальной культуры, искусственного интеллекта и творческого процесса / О.Г. Басалаева // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. — 2017. — № 40. — С. 140-145. — ISSN 2078-1768. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/302718 (дата обращения: 17.10.2019).

Жилин Сергий Геннадьевич - студент КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана. E-mail: sergiizhilin213@gmail.com

Крысин Иван Александрович - старший преподаватель КФ МГТУ им. Н. Э. Баумана

К.А. Тронов, Ю.С. Белов

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ NVIDIA RTX

Введение. Видеокарты с технологией NVIDIA RTX обеспечивают необходимую производительность для работы технологии трассировки лучей. Трассировка лучей – это важнейшая составляющая современной игровой графики, моделирующая натуральное физическое поведение света, позволяющая получить в играх максимально реалистичное изображение кинематографического качества и отобразить невозможные прежде визуальные эффекты.

Однако у трассировки лучей есть существенный недостаток — она невероятно требовательна к ресурсам. Для каждого луча необходимо отследить путь, вычислить преломления, воссоздать эффект прозрачности. При создании CGI-графики и трехмерных мультфильмов на обработку одного кадра может уходить по несколько суток, но в играх, считаться все должно в реальном времени, и при приемлемой частоте кадров. Именно поэтому трассировка лучей долгое время оставалась недостижимой целью.

Технология NVIDIA RTX. Видеокарты NVIDIA GeForce RTX на архитектуре Turing — первые видеокарты в истории, специализирующиеся на трассировке лучей. Как показано в Turing, трассировка лучей в реальном времени не полностью заменяет традиционный рендеринг на основе растеризации, а вместо этого существует как часть модели Turing «гибридного рендеринга».

Из-за вычислительной сложности использование трассировки лучей в реальном времени для всей работы рендеринга является невозможным. Более высокие разрешения, более сложные сцены и многочисленные графические эффекты также добавляют трудностей. Поэтому из соображений производительности разработчики используют трассировку лучей преднамеренно и целенаправленно для конкретных эффектов, таких как глобальное освещение, фоновое затенение, реалистичные тени, отражения и преломления. Аналогично, трассировка лучей может быть ограничена конкретными объектами в сцене, а растеризация и z-буферизация могут заменить падение первичных лучей, а трассируются только вторичные лучи. Таким образом, цель разработчиков - использовать трассировку лучей для получения наиболее заметных и реалистичных эффектов, которых невозможно достичь растеризацией [5].

Даже в этом очень ограниченном виде производительность графического процессора существенно снижается, но реализм изображения значительно повышается. Такой результат не может быть достигнут более высоким разрешением или лучшим сглаживанием. За исключением интерактивности в реальном времени в играх, требуется минимум от 30 до 45 кадров в секунду, а снижение разрешения рендеринга для достижения этих кадров ухудшает качество изображения [2].

В этой отрасли NVIDIA сделала прорыв, который не считался возможным как минимум ближайшие несколько лет. Трассировка лучей в реальном времени с использованием ядер Turing RT стала результатом десятилетней работы. Но данное достижение строится на успехах в следующих областях:

- Гибридный конвейер рендеринга
- Эффективные алгоритмы шумоподавления
- Эффективные алгоритмы BVH (Bounding Volume Hierarchy)

Сами по себе эти разработки не смогли улучшить эффективность трассировки лучей, но создали основу для ядер RT. В силу важности трассировки лучей в мире компьютерной графики, NVIDIA Research уже довольно давно изучает различные реализации BVH, а также исследует архитектурные проблемы ускорения трассировки лучей, что легко можно заметить из их патентов и публикаций [4]. Аналогично с шумоподавлением, хотя наметилась тенденция к использованию искуственного интеллекта и расширению тензорных ядер. Когда BVH стал своего стандартом, NVIDIA смогла разработать соответствующий аппаратный ускоритель с фиксированной функцией.

Процесс трассировки начинается с обработки субядрами (обработка похожа на обработку текстурных блоков) инструкций, предназначенных для ядер RT. После получения информации о луче от SM (блок мультипроцессора), ядро RT начинает автономно проходить через BVH и выполняет тесты пересечения лучей. Этот тип ускорителя трассировки лучей с фиксированной функцией «прохождение и пересечение» является хорошо известной концепцией, и за прошедшие годы он получил довольно много реализаций, поскольку тестирование прохождения и пересечения является двумя из наиболее сложных вычислительных задач. Для сравнения, обход BVH в шейдерах потребовал бы тысяч инструкций для каждого отражения луча, и все это для проверки на пересечение ограничивающих рамок в BVH.

RT ядро также выполняет некоторые операции по группировке и планированию операций с памятью для максимизации пропускной способности памяти для нескольких лучей. Как и во многих других рабочих нагрузках, пропускная способность памяти является узким местом в трассировке лучей и была в центре внимания нескольких исследовательских работ NVIDIA. Рабочие нагрузки трассировки лучей приводят к крайне нерегулярному и случайному доступу к памяти, в основном из-за некогерентных лучей, что особенно проблематично для стандартной работы графического процессора со своей памятью.

На высоком уровне все регулируется API (то есть DXR(Microsoft DirectX Raytracing)) и приложением; построение и обновление BVH выполняется на ядрах CUDA [1].

Тесты трассировки лучей. Ниже представлены результаты сравнительного тестирования видеокарт на архитектуре Turing и предшествующей ей архитектуре Pascal, имеющей только программную поддержку трассировки лучей, добавленную в одном из недавних обновлений драйверов [3]. В таблице приводится средняя частота кадров в игре с поддержкой трассировки лучей в

реальном времени. (Тестирование проводилось в следующих играх: 1) Battlefield V (Трассировка лучей используются для визуализации зеркальных поверхностей) (Рис.1) 2) Metro Exodus (Трассировка лучей используется для создания глобального освещения) (рис.2.).

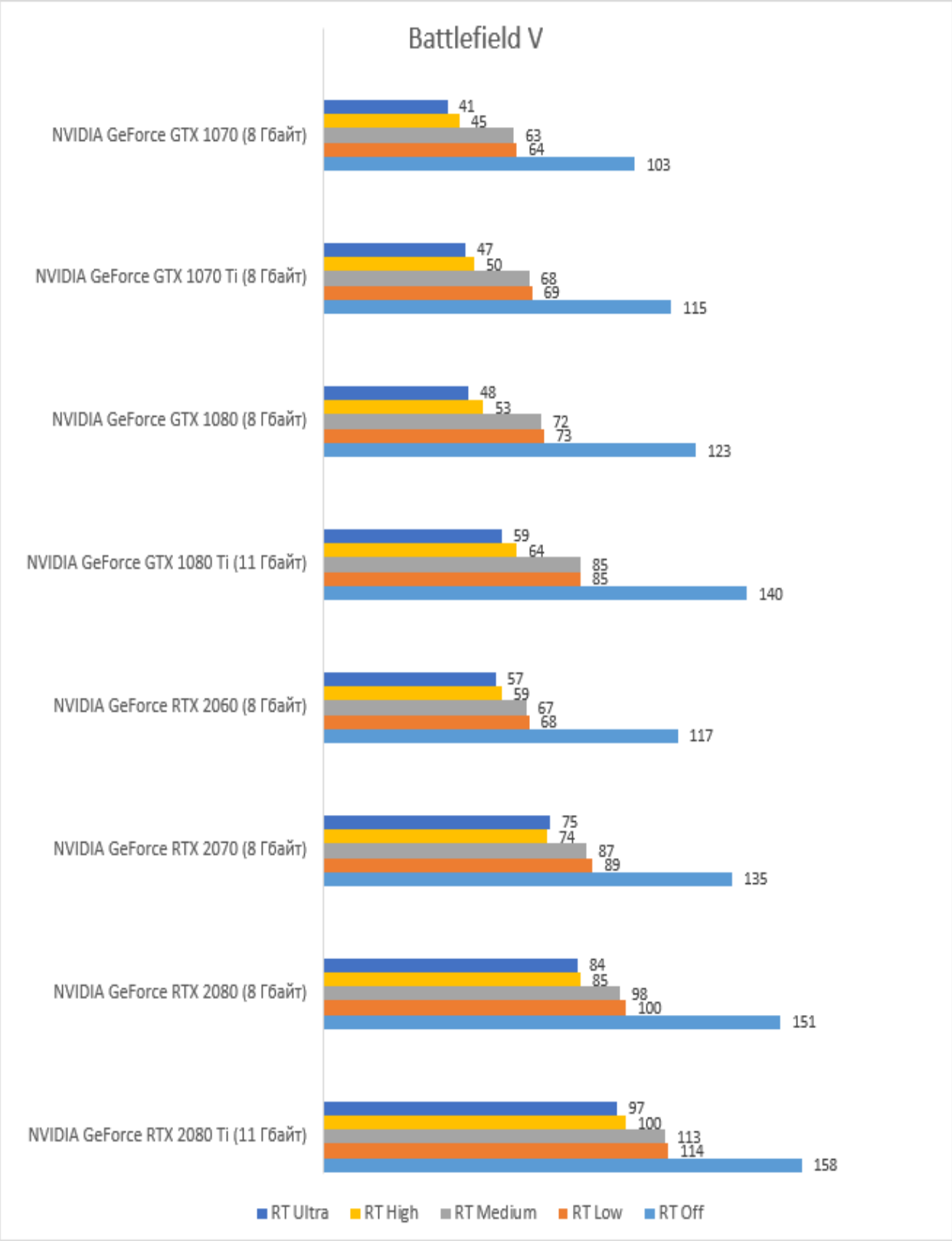


Рис. 1. Тесты в игре Battlefield V

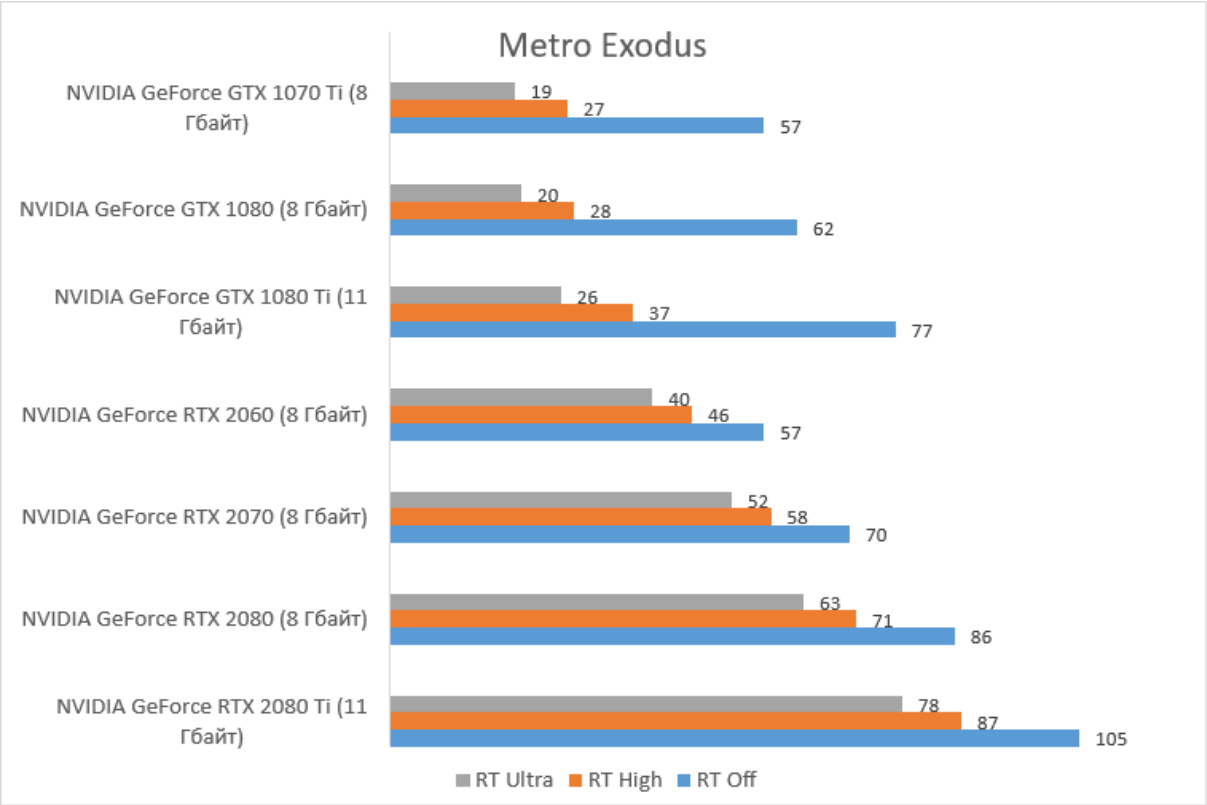


Рис. 2. Тесты в игре Metro Exodus

Ниже представлена информация о количестве RT ядер в различных видеокартах серии NVIDIA GeForce RTX.

Таблица 1.

Количество RT ядер в разных моделях видеокарт

Видеокарта	RT ядра
NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti (11 Гбайт)	68
NVIDIA GeForce RTX 2080 (8 Гбайт)	46
NVIDIA GeForce RTX 2070 (8 Гбайт)	36
NVIDIA GeForce RTX 2060 (8 Гбайт)	30

Часть различных эффектов, которые создаются при помощи трассировки лучей, неплохо исполняются и на CUDA-ядрах чипов Pascal. К примеру, зеркальные поверхности в Battlefield V не подразумевают вторичного отражения лучей, а следовательно, являются посильной нагрузкой для мощных видеокарт прошлого поколения. А вот глобальное освещение в Metro Exodus является тяжелой задачей даже для Turing [3].

Заключение. Трассировка лучей в реальном времени еще не стала стандартом при разработке игр и используется лишь для визуализации определенных эффектов, отчасти из-за высокой нагрузки на GPU, отчасти из-за относительной новизны технологии RTX. По результатам тестов хорошо видно, что сложные эффекты трассировки лучей заметно лучше даются видеокартам с RT ядрами, что дает технологии право на будущее.

Список литературы

[1] *Eric Haines, Tomas Akenine-Möller* Ray Tracing Gems: High-Quality and Real-Time Rendering with DXR and Other APIs - Apress, 2019. – 607 с.

[2] *Wenzel Jakob, Matt Pharr, Greg Humphreys* Physically Based Rendering: From Theory to Implementation 3rd Edition - Morgan Kaufmann, 2016. – 1266 с.

[3] *Тесты* трассировки лучей. Режим доступа: https://3dnews.ru/985788/geforce-rtx-bolshe-ne-nugen-testi-trassirovki-luchey-na-uskoritelyah-geforce-gtx-10-i-16 (дата обращения 13.10.2019)

[4] *Relative* encoding for a block-based bounding volume hierarchy. Режим доступа: https://patents.google.com/patent/US10032289B2__(дата обращения 13.10.2019)

[5] *Мальцев А.В.* Методы и алгоритмы эффективного вычисления освещенности трехмерных виртуальных сцен в реальном режиме времени // 2011. – 146 с.

Тронов Кирилл Александрович - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: Kirtron999@yandex.ru

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

Ю.Н. Лавренков

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

Динамика функционирования искусственных нейронов в составе нейросетевых кластеров может быть оценена не только по анализу сигналов, обрабатываемых нейросетевым элементом, но и по изменениям параметров окружающей среды, в которой функционируют элементы нейросетевой системы. Базовый механизм такой оценки заключается в измерении физической величины, изменение которой напрямую связано с организацией вычислительных элементов, на базе которых выполняется конструирование нейронной сети. При конструировании нейронов с помощью магнитного логического нейросетевого базиса величиной для оценки активности нейросетевых кластеров является индукция магнитного поля. Выбрав преобладающую величину, становится возможным выполнить оценку активности заданного кластера, выделить ритмическую активность и передачу сигналов, возникающую при обработке информации [1]. Наибольший интерес представляет возможность с помощью такого принципа отслеживать дегенеративные процессы, связанные с невозможностью организации полноценных этапов обучения и функционирования при ошибочном выборе архитектуры нейронной сети, параметров скорости обучения, параметров функции активации и т.д. Обнаружение некорректности архитектуры на ранней стадии позволяет внести изменения в структурную организацию нейронной сети для правильного формирования обобщающего опыта [2]. На этапах формирования первоначального состояния нейронной сети, проверка инициализации переменных параметров с помощью такого метода оценки может выделить архитектуры, склонные к тому или иному поведению. Особенно актуальна данная процедура при формировании нейросетевых популяций с помощью размножающих алгоритмов, способных воспроизводить множество потенциальных архитектур. Оценка поведения отдельных нейронных кластеров, без применения методов непосредственного анализа воспроизводимых ими сигналов дает возможность сформировать набор паттернов, характерных для определенного состояния нейронной сети. В случае применения непрерывно функционирующих нейросетевых моделей, выполняющих реорганизацию своей внутренней структуры в моменты отсутствия обучающих стимулов и непосредственного функционирования [3], становится возможным определения точных моментов времени, благоприятных для переучивания или проведения дополнительного обучения нейронной сети. Использование сигналов состояния нейросетевого вычислителя в оптимизирующих алгоритмах, цель которых заключается в оптимизации структуры сети и её регенерации для решения конкретной задачи, приводит к возможности введения этого сигнала в качестве элемента функции приспособленности и оказания прямого влияния на эволюционный ход развития уникальной нейросетевой

структуры. Рассмотрим процесс изменения индукции магнитного поля при конструировании базового нейросетевого элемента на основе модификации дросселя B82746S6702A040, применяемого для построения магнитных вычислительных ячеек. Из представленных элементов конструируются две взаимодействующие сигма-пи нейронные сети, процесс функционирования которых направлен на достижение взаимной синхронизации [4].

Для оценки эффективности работы нейросетевых вычислителей, было выбрано восемь точек измерения активности нейронных элементов при геометрическом расположении магнитных элементов, соответствующем упаковке нейронов в соответствии с графом распространения сигналов в нейронной сети.

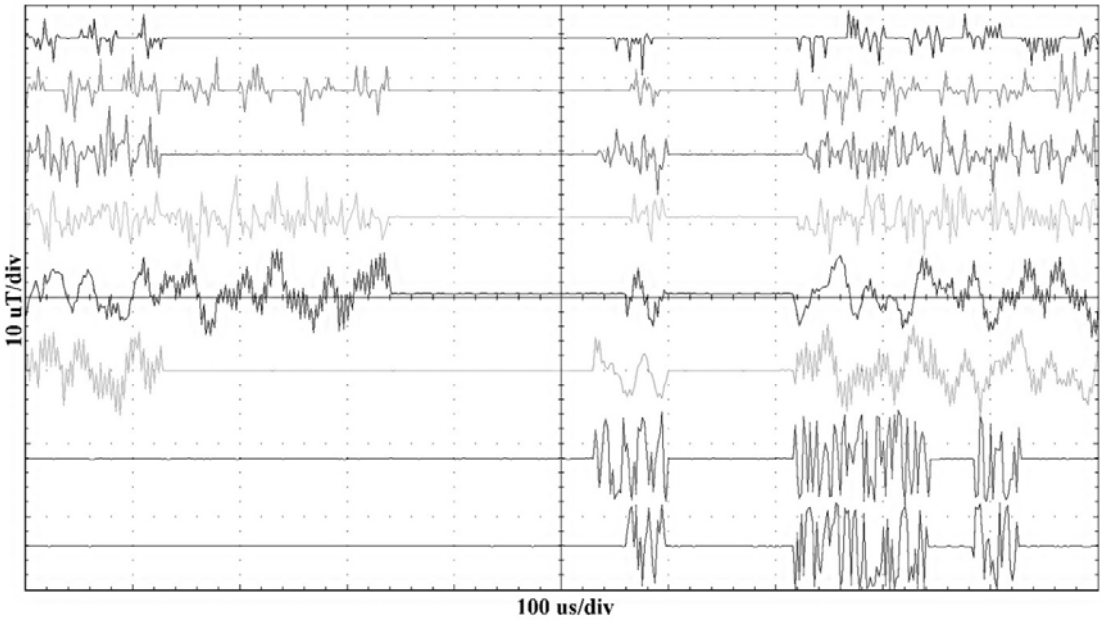


Рис. 1. Первоначальная активность нейронной сети при применении генератора Фибоначчи с запаздыванием

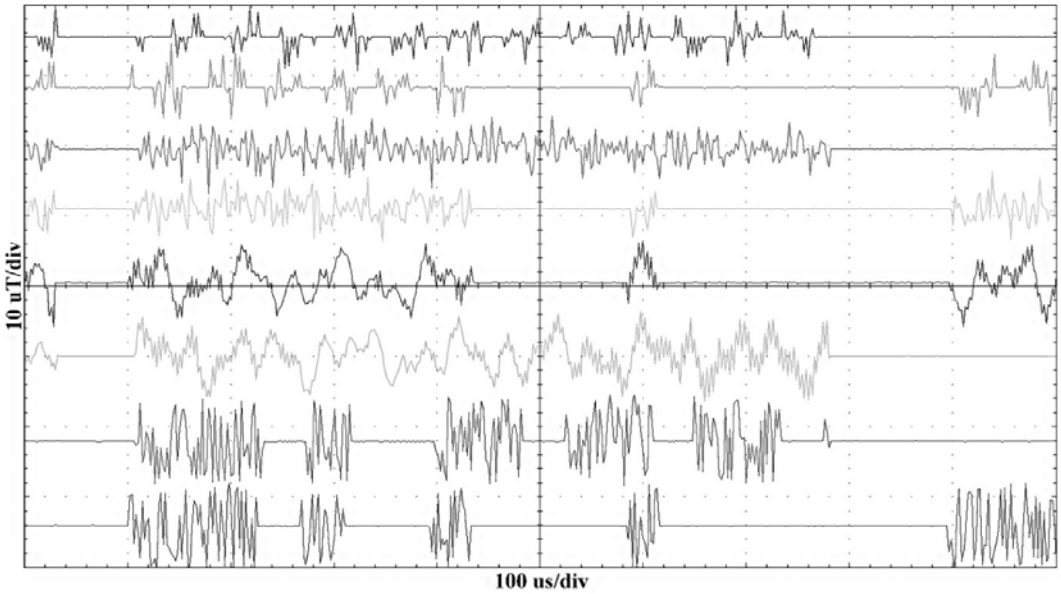


Рис. 2. Первоначальная активность нейронной сети при использовании генератора «Вихрь Мерсенна»

На рис.1 показан вариант активности нейронной сети до начала процесса обучения, наблюдается обрывочная ритмическая активность, характерная до начала периода обучения и обусловленная первоначальной инициализацией переменных структур сети с применением обобщенного генератора Фибоначчи с запаздыванием. На рис. 2 - активность для той же архитектуры нейросетевого вычислителя, но инициализация проведена с применением генератора «Вихрь Мерсенна». Сравнение двух осциллограмм явно показывает устойчивую взаимосвязь между активностью нейронных элементов и способом первоначального определения состояний переменных параметров.

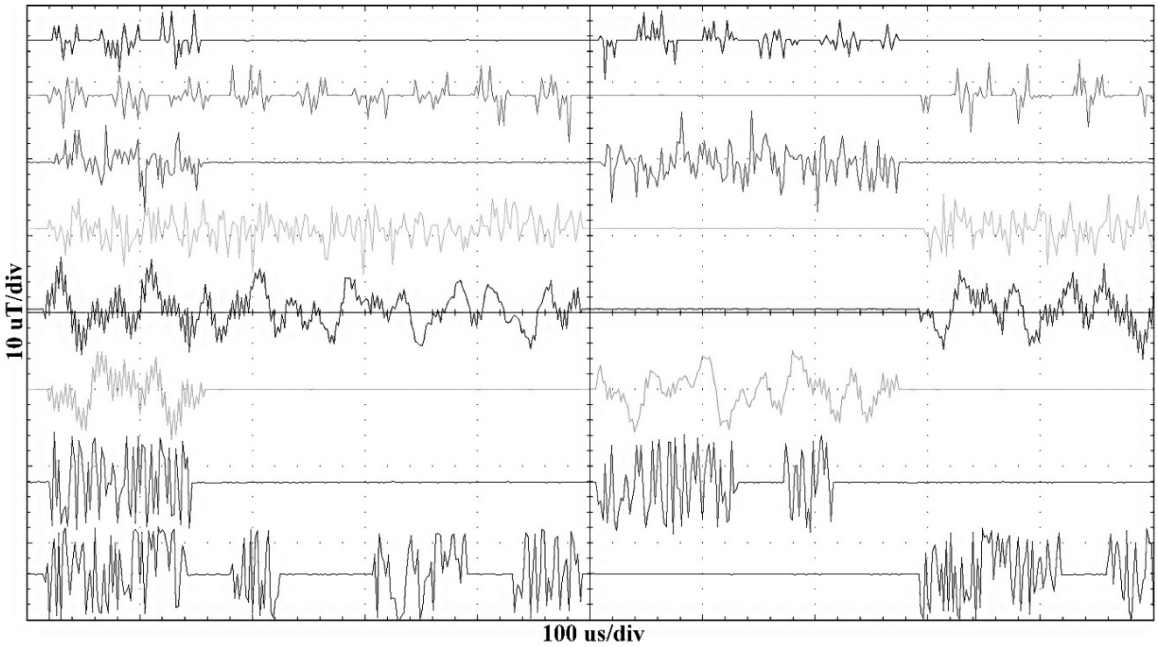


Рис. 3. Активность нейросетевых кластеров

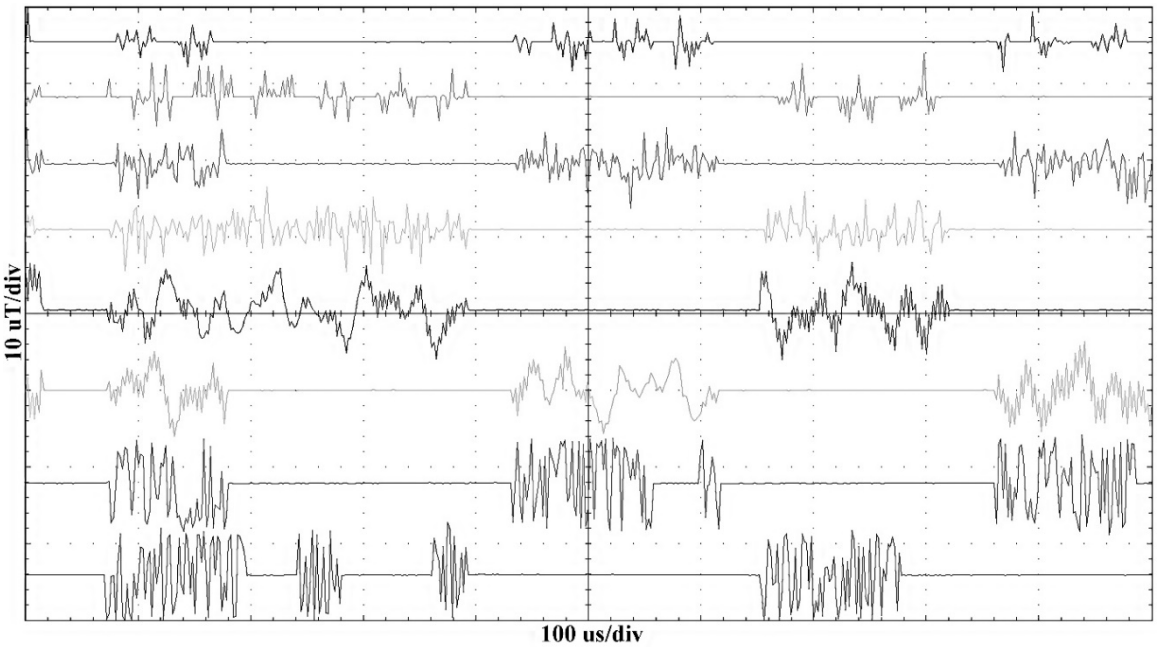


Рис. 4. Второй вариант активности нейросетевых кластеров

Процесс обучения можно контролировать и наблюдать по изменению ритмической активности. На рис. 3 и рис. 4 показаны случаи, которые соответствуют разделению нейронных кластеров по группам, активность которых показывает области нейронной сети, ответственные за обработку конкретного элемента обучающей выборки. Выявление нейронных кластеров, проявляющих низкую активность, может служить основанием для их исключения из вычислительного процесса [5].

В процессе обучения осуществляется корректировка переменных параметров нейронной сети, которая приводит к изменению ритмов нейронных контуров. На рис. 5 показана активность, характерная для завершающих этапов работы алгоритма обучения. Только в седьмой области не наблюдается генерация устойчивых колебаний, характерных для контуров циркуляционной памяти нейронной сети. После окончания обучения, ритмы в контурах приобретают значения, показанные на рис. 6.

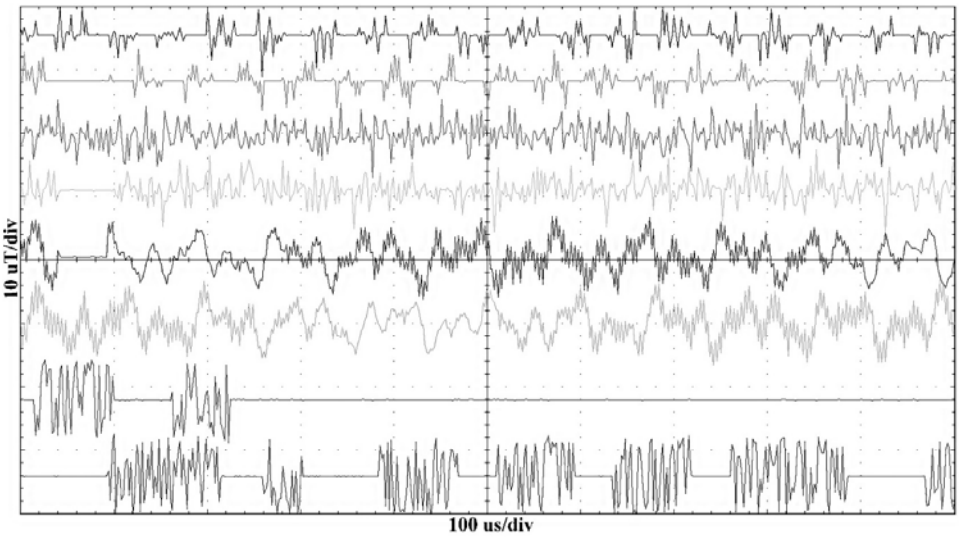


Рис. 5. Ритмическая активность сети в процессе обучения

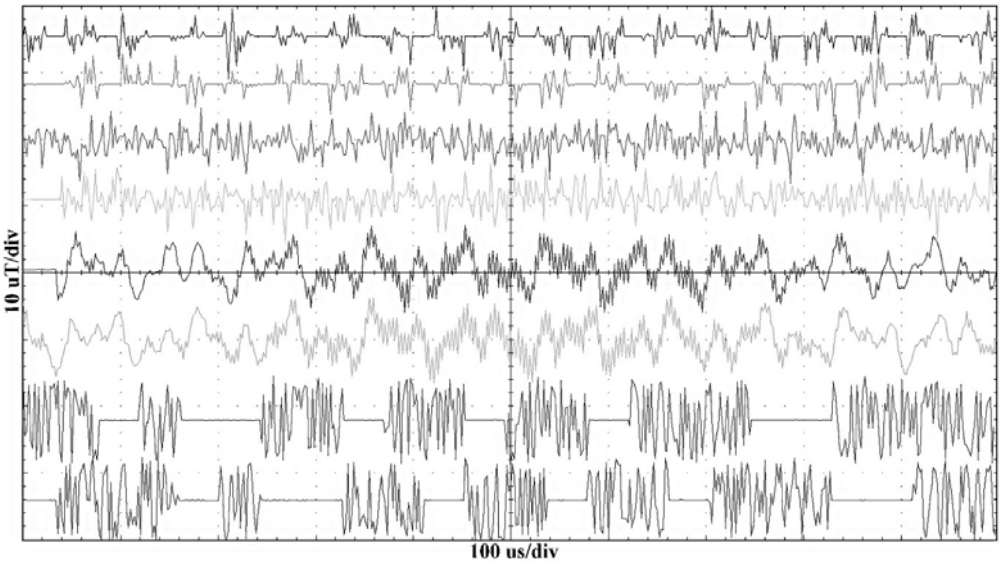


Рис. 6. Активность нейросетевой структуры на финальной стадии процесса обучения

Оценка активности нейронной сети на основе анализа изменений параметров, характерных для вычислителя, на базе которого реализована нейросетевая структура, делает возможным оценку эффективности архитектуры и способа организации межнейронных связей для решения практических задач обработки информации.

Список литературы

[1]. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. – 1104 с.

[2]. *Стронгин Р.Г., Гергель В.П., Гришагин В.А., Баркалов К.А.* Параллельные вычисления в задачах глобальной оптимизации: Монография/Предисл.: В.А. Садовничий. – М.: Издательство Московского университета, 2013. – 280 с.

[3]. *Rybin Yu. K.* Electronic Devices for Analog Signal Processing. Springer Science + Business Media B.V., 2012.

[4]. *David Sterratt, Bruce Graham, Andrew Gillies, David Willshaw*. Principles of Computational Modelling in Neuroscience. Cambridge University Press, 2011, 404 p.

[5]. *Camelia-Mihaela Pintea.* Advances in Bio-inspired Computing for Combinatorial Optimization Problems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, 188 p.

Лавренков Юрий Николаевич - доцент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: georglawr@yandex.ru

Хлопенкова А.Ю., Белов Ю.С.

ПОДХОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ В ТЕХНОЛОГИЯХ РАБОТЫ ГОЛОСОВЫХ ПОМОЩНИКОВ

Голосовой помощник или интеллектуальный личный помощник - это программный агент, умеющий выполнять определенные задачи или услуги для человека на основе голосовых команд, путем интерпретации человеческой речи и ответа посредством синтезирования речи. Пользователи получают возможность задавать вопросы голосовым помощникам, управлять устройствами домашней автоматизации и воспроизведения мультимедийных файлов, а также управлять другими основными программами, такими как браузер, электронная почта, органайзер, открывать или закрывать любую программу [2].

Голосовой помощник использует акустическую модель, которая транслирует аудиосигналы, синтез речи, заключающийся в объединении фонем в слова, и обработку естественного языка (NLP), которая проводит различие между противоречащих друг другу толкований одних и тех же фонетических последовательностей путем оценки относительных вероятностей различных последовательностей слов, для предоставления услуги через конкретное приложение.

NLP (Natural Language Processing) - это конвергенция искусственного интеллекта и компьютерной лингвистики, которая обрабатывает взаимодействия между машинами и естественными языками людей, в которых компьютеры должны анализировать, понимать, изменять или генерировать естественную речь [4].

Одним из этапов NLP является преобразование входного потока естественной речи в машиночитаемый формат. После преобразования получаются данные в текстовой форме, который анализатор естественного языка (NLU - Natural Language Understanding) обрабатывает, чтобы понять смысл.

В качестве примера NLU можно взять алгоритм скрытой Марковской модели. СММ - это статистические модели, выводящие последовательность символов или величин и использующиеся для распознавания речи поскольку речевой сигнал можно рассматривать в качестве кусочно-стационарного сигнала [5]. При распознавании голоса эта модель сравнивает каждую часть формы волны с тем, что предшествует и что следует после, и со словарем сигналов, чтобы выяснить, что говорится. Каждое слово или фонема имеет различное распределение выходных данных. Фонемы моделируются с использованием трех различных состояний – начального, промежуточного и конечного. Скрытая Марковская модель для ряда слов или фонем создается путем объединения отдельных скрытых Марковских моделей для каждого слова или фонемы [6].

Процесс работы анализатора NLU, при котором происходит выявление команд называется тегированием частей речи, также называемый грамматическим тегированием или устранением неоднозначности в словарной категории, представляет собой процесс разметки слова в тексте (корпусе) как соответст-

вующего определенной части на основе как его определения, так и определенного смыслового содержания.

Стандартный анализатор команд, используемый в современных голосовых помощниках, состоит из 3 основных частей: побудитель, имя вызова, выражения. Рассмотрим это на примере работы с голосовой колонкой Alexa [1].

1. Когда пользователи говорят: «Алекса», то это пробуждает устройство. Слово "побудитель" переводит устройство в режим прослушивания для принятия инструкции от пользователей.

2. Имя вызова - это ключевое слово, используемое для активации определенного «навыка». Пользователи могут комбинировать имя вызова с действием, командой или вопросом. Все пользовательские навыки должны иметь имя для вызова.

3. Выражения - это фразы, которые пользователи будут использовать при запросе к голосовому помощнику. Ассистент определяет намерение пользователя по данному высказыванию и отвечает соответствующим образом. Таким образом, в основном высказывание решает, что пользователь хочет от устройства.

В обсуждениях голосовых и диалоговых интерфейсов обычно затрагивается целый спектр различных систем. Начиная с ботов, которые отвечают на самые простые вопросы и невпопад шутят, и заканчивая сложными системами, которые используются в промышленном масштабе.

Однако применение в промышленном масштабе возможно лишь в узкоспециализированных направлениях, где ожидания пользователя ограничивают его словарь и динамику взаимодействия. Поскольку голосовые помощники становятся все более широко используемыми, библиотеки общеобразовательных учреждений заинтересованы в данной технологии и рассматривают ее как средство предоставления библиотечных услуг и материалов [3].

Эффективность использования голосового помощника определяется в первую очередь не его интеллектом, а качеством распознавания речи и интегрированностью в различные информационные сети, интернет-сервисы, системы «умного» города и «умного» дома.

Список литературы

[1]. *Alexandre Gonfalonieri,* (2018). How Amazon Alexa works? Your guide to Natural Language Processing (AI). Medium: https://towardsdatascience.com/how-amazon-alexa-works-your-guide-to-natural-language-processing-ai-7506004709d3 (дата обращения: 10.10.2019)

[2]. *Goldberg, Yoav.* A Primer on Neural Network Models for Natural Language Processing. Journal of Artificial Intelligence Research 57 (2016) 345–420 (дата обращения: 21.10.2019)

[3]. *Hoy, Matthew B. Alexa, Siri, Cortana, and More:* An Introduction to Voice Assistants. Medical Reference Services Quarterly. 37 (1): 81–88. doi:10.1080/02763869.2018.1404391. PMID 29327988. (дата обращения: 26.10.2019)

[4]. *Zwass, Vladimir*. Speech recognition | technology. Encyclopedia Britannica Online. Britannica.com. Retrieved 2017-12-10. (дата обращения: 26.10.2019)

[5]. *Нифонтов С.В., Белов Ю.С.* Применение скрытых марковских моделей в текстонезависимых системах идентификации пользователей по голосу // Электронный журнал: наука, техника и образование. 2016. № 2 (6). С. 116-124

[6]. *Хлопенкова А.Ю., Белов Ю.С.* Исследование алгоритмов автоматического распознавания речи на основе акустического и языкового моделирования // Научное обозрение. Технические науки. – 2018. – № 1. – С. 32-36; URL: https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1177 (дата обращения: 20.10.2019)

Хлопенкова Анна Юрьевна - студентка, магистрант Студент КФ МГТУ им. Баумана. E-mail: annakhl@yandex.ru

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

А.А. Петрушин, И.В. Чухраев

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СТОРОННИХ ПРЕДМЕТОВ В СИСТЕМЕ АВТОДОСМОТРА

В настоящее время досмотр транспортных средств все больше применяется на охраняемых объектах с целью предотвращения несанкционированного ввоза сторонних предметов. Основной задачей при таком досмотре является осмотр днища проезжающего транспортного средства, осуществляемый преимущественно работниками системы охраны объектов с привлечением простейших средств. Предприятия вынуждены постоянно тратить большие ресурсы на обучение персонала, а также доставлять неудобства посетителям, вызванные достаточно продолжительной временной задержкой транспортного средства для проведения осмотра. К тому же такой осмотр носит субъективный характер и не исключает человеческий фактор.

Таким образом, существует острая необходимость в разработке автоматизированной системы автодосмотра, способной без участия персонала производить полный досмотр транспортных средств. Данная система позволит определять наличие или отсутствие посторонних предметов, прикрепленных к днищу транспортного средства. Такой автоматизированный подход также даст возможность сохранять историю всех досмотров [1].

Актуальность разработки вызвана необходимостью решить следующие задачи:

1. Исключить человеческий фактор при осмотре транспортного средства. Ускорить осмотр транспортного средства, сведя время осмотра к минимуму.

2. В конечном итоге, снизить затраты предприятия на организацию системы автодосмотра на предприятии.

Система будет состоять из нескольких, связанных между собой модулей. Главным модулем во всем устройстве будет модуль обнаружения сторонних предметов. Для его наиболее успешной реализации необходимо рассмотреть несколько подходов к обнаружению сторонних предметов. Все они сводятся к созданию эталонного изображения транспортного средства и сравнения данного изображения с проезжающим в данный момент транспортом. Ниже представлено эталонное изображение днища транспортного средства (см. рис. 1).

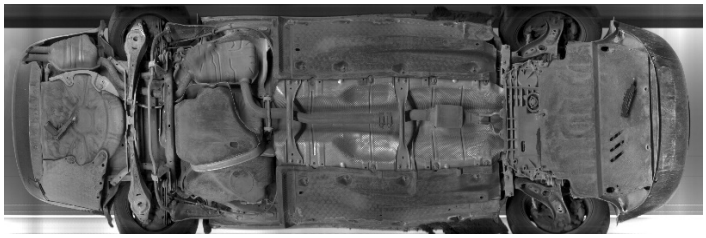


Рис.1. Эталонное изображение днища транспортного средства

В таком сравнении возможно три направления:

1. Создание 3D моделей транспортного средства [2]. Именно такая модель была собрана в 3D конструкторе (см. рис. 2).

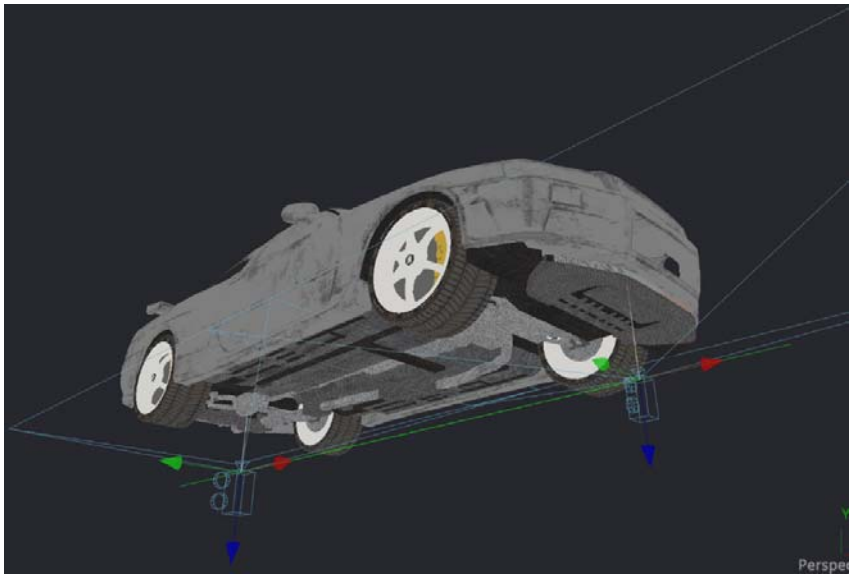


Рис.2. 3D модель транспортного средства

2. Наложение изображений через попиксельную разницу.

3. Создание нейронной сети, осуществляющей поиск знакомых ей запрещенных предметов.

Все три подхода имеют свои преимущества и свои недостатки. Так первые две реализации позволят находить любые отличия в строении транспортного средства, в то время как третий ориентирован только на поиск определенных предметов. Создание же нейронный сети, обученной на большой выборке посторонних предметов, позволит не реагировать на незначительные искажения в строении автомобиля, провоцирующие ложную тревогу в первых двух случаях [3].

Выбор наилучшего направления работы позволит реализовать оптимальную работу как модуля обнаружения сторонних предметов в частности, так и систему автодосмотра в целом.

Список литературы

[1]. *Раскин Дж.* Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. – Символ-плюс, 2017 – 272 с.

[2]. *Авлукова Ю.Ф.* Основы автоматизированного проектирования. – Вышэйшая школа, 2013. – 222 с.

[3]. *Бураков М.В.* Нейронные сети и нейроконтроллеры – СПб: ГУАП, 2013 – 284 с.

Петрушин Александр Андреевич – студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: petrushin.mail@yandex.ru

Чухраев Игорь Владимирович – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой ИУ2-КФ "Информационные системы и сети" КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

В.С. Панина, Ю.С. Белов

РИСКИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЕЙ

Виртуальная реальность давно перестала быть фантастической мечтой будущего. На сегодняшний день испытать на себе мир цифровой иллюзии может каждый. И, тем не менее, далеко не все знают отличия виртуальной реальности от дополненной, а также о рисках, сопровождаемых с развитием данных технологий.

Виртуальная реальность (VR) – это некий мир вокруг нас, искусственно созданный с помощью технических средств и представленный в цифровом виде. Созданные эффекты проецируются в разум человека, благодаря чему он испытывает ощущения, максимально приближенные к реальным.

С каждым годом популярность виртуальной реальности только растет. Она стала одним из главных символов современности, ее распространение ушло далеко за пределы развлекательной индустрии. Технологии виртуальной реальности еще далеки от пика своего развития, однако уже выявлены области их вероятного применения. Помимо видеоигр данные технологии можно использовать в сфере продаж, образования, здравоохранения, военной отрасли и др.

Виртуальная реальность неразрывно связана с понятием дополненной реальности (Augmented Reality, AR). Это среда, в которой физический мир в реальном времени дополняется цифровыми данными с помощью каких-либо устройств, например, таких как планшет, смартфон и другие. В дополненной реальности виртуальные объекты проецируются в реальную среду [1].

Дополненная реальность добавляет виртуальные элементы в реальный мир, в то время, как виртуальная реальность создает свой собственный мир, в который человек может погрузиться, благодаря органам чувств. Исходя из этого, VR взаимодействует только с пользователями, а AR – со всем внешним миром.

Дополненная реальность имеет огромное количество возможностей для коммерческого применения, эта технология применима как в сфере образования, промышленности, медицине, так и в строительстве, торговле и даже туризме [2].

Несмотря на растущую популярность обеих технологий, вместе с развитием виртуальной и дополненной реальностей, растет и набор рисков, которые могут иметь серьезные последствия для информационной безопасности и поведения пользователей.

Существует несколько типов рисков, которые угрожают пользователям технологий VR / AR. Они включают:

1. Физические риски;
2. Риски безопасности;
3. Риски конфиденциальности;
4. Поведенческие риски;

Проанализируем каждый из рисков, предложенных в данной статье.

Поскольку сейчас VR/AR технологии находятся на стадии развития, наличие неблагоприятных физических рисков не удивит никого из пользователей. Длительное использование шлемов VR приводит к тошноте, сильным головокружениям, потери сознания и даже эпилепсии.

Информационная безопасность является одним из важнейших атрибутов современного общества. У пользователей существует возможность выдавать себя за других пользователей, путем изменения внешнего вида своих аватаров. Существуют массовые случаи кражи личной информации и регистрационных данных, от которых чаще всего страдают те или иные компании в результате кибер-атак, но в виртуальной реальности все может быть еще хуже. Преступники смогут получить не только имена пользователей и пароли, но и контролировать личностью пользователя (создание сюрреалистичного аватара после сканирования тела). Используя все эти биометрические параметры, преступники легко смогут притвориться настоящими людьми. Возможности виртуальной среды с легкостью могут расширить масштабы возможных нарушений неприкосновенности, поскольку можно отслеживать поведение в виртуальной среде и изменять каждый элемент. Такие нарушения конфиденциальной жизни клиентов могут обернуться для компаний правовыми и юридическими последствиями. Компании должны иметь четкое представление об интеграции существующих инструментов безопасности в новые решения, включая технологии дополненной реальности, которая близка к массовому распространению. Поскольку дополненная реальность и новые возможности чреваты рисками с точки зрения безопасности и конфиденциальности, следует рассмотреть возможность использования инструментов защиты информации при ее использовании [3].

Поведенческие риски угрожают человечеству серьезными негативными психическими последствиями. Использование различных методов, например, определенных цветовых комбинаций с необходимой частотой мерцания, низкими или сверхвысокими частотами звуковых волн и других, могут вызвать серьезное психическое расстройство. Также виртуальный мир подразумевает отсутствие ограничений, которые существуют в реальной жизни. Такой мир характеризуется полной свободой действий, что означает отсутствие законов и анархию. В некоторых компьютерных играх реализована возможность убийства персонажа, таким образом, игрок, человек, сможет выплескивать свои негативные эмоции, которые он вынужден скрывать и подавлять в реальном мире, чтобы против него не были применены административные или уголовные санкции.

Активное внедрение новых технологий виртуальной и дополненной реальностей может оказать негативное влияние на экономику и общество. Так, например, перенос обучения в виртуальное пространство может привести к снижению практических навыков специалистов. Вследствие недостаточной квалификации персонала, отсутствии возможности совершения ошибок в процессе обучения и прочих негативных факторов возможны техногенные катаст-

рофы. Деградация классического образования приведет к снижению научных результатов страны [4].

Несмотря на все эти риски, которые могут возникнуть при внедрении и использовании VR/AR технологий, в целом, многие из них являются довольно приемлемыми и не несут серьезных последствий для компаний. Хотя, в зависимости от масштаба, некоторые риски могут стать критическими для небольших или новых компаний (потеря инвестиций). На основании этого можно составить таблицу рисков внедрения и использования технологий виртуальной и дополненной реальностей [5].

Таблица 1.

Риски внедрения и использования VR/AR технологий

Риск	Причина возникновения	Последствие
Физические риски	Столкновение с объектами реального мира, тошнота и головокружение, напряжение глаз, психическое напряжение	Увеличение количества претензий на компенсационные выплаты, невозможность продолжительного использования устройств
Технические риски	Повреждение (неисправность) устройства и комплектующих, несовершенство устройств, неподходящие условия окружающей среды, низкое разрешение изображения, проблемы распознавания объектов, некорректное отображение (проектирование) объектов	Приостановка рабочего процесса (задержки), потеря потенциальной выгоды, затраты на ремонт/покупку устройства, невозможность использовать все возможности технологий
Информационная безопасность	Утечка информации, взлом системы	Потеря данных, потеря прибыли, расходы на доработку/покупку решений в сфере безопасности

Широкому использованию технологий виртуальной и дополненной реальности препятствует прежде всего факторы, связанные с техническими недостатками, но можно ожидать, что эти недостатки будут устранены в будущем. Осведомленность об этих рисках на ранних этапах создания VR/AR приложений поможет компаниям улучшить разработку виртуальной среды.

Существующая в компании политика управления рисками играет важную роль в процессе принятия решений по дополнению и внедрению технологий виртуальной реальности. Эффективное управление рисками позволит избежать или минимизировать последствия этих рисков.

Таким образом, несмотря на достаточно долгое исследование проблемы, можно прийти к выводу, что внедрение новых технологий в жизнь общества может привести не только положительные эффекты, но также и негативные. С этой точки зрения, компаниям целесообразнее заранее определить возможные последствия появления новых технологий, их влияния на общество, как в социально-экономическом, так и в демографическом или в ином, например, психологическом, плане, чтобы при этом получать максимальную выгоду от данных технологий.

Список литературы

[1] *Mark Roman Miller, Hanseul Jun, Fernanda Herrera* Social interaction in augmented reality // PLOS ONE, 2019, May 14 – Режим доступа: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0216290 (дата обращения: 30.10.2019)

[2] *Хелен Папагианнис* [пер. с исп. В.Г. Михайлова]. Дополненная реальность. Все, что вы хотели узнать о технологии будущего — Москва : Эксмо, 2019. — 288 с.

[3] *Россохин А*. Виртуальное счастье или виртуальная зависимость // Виртуальная реальность в психологии и искусственном интеллекте. М. : Смысл, 2004. С. 247-256.

[4] *Иванов А.Ф.* Об онтологическом статусе виртуальной реальности // Серия “Symposium”, Виртуальное пространство культуры. , Выпуск 3 / Материалы научной конференции 11–13 апреля 2000 г Санкт-Петербург : Санкт-Петербургское философское общество, 2000. С.14-16.

[5] *Иванова А.В.* Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018;(3):88-107. https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-3-88-107 (дата обращения: 30.10.2019)

Панина Виктория Сергеевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vpanina11.04@gmail.com

Белов Юрий Сергеевич - доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: fn1-kf@mail.ru

Д.Е Петухов, А.В. Козина, Ю.С. Белов

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СЕТИ U-NET

Введение. Зрение является одним из самых важных чувств, которыми обладают люди. Люди развили данную способность благодаря миллионам лет эволюции. После появления искусственного интеллекта и особенно архитектуры сверточных нейронных сетей СНС [1], исследования по вопросу о наделении машины такой же способностью в короткие сроки продвинулись вперед. Решения многих проблем, которые ранее считались неприкасаемыми, сейчас показывают поразительные результаты.

Одной из таких проблем является сегментация изображений. Сверточные нейронные сети показали достойные результаты в простых задачах сегментации изображений, но они не добились хорошего прогресса в сложных [2]. Для решения данной проблемы существует U-net. U-net была впервые разработана специально для сегментации медицинских изображений. Она показал такие хорошие результаты, что ее начали использовать и во многих других областях. В этой статье мы поговорим о том, как работает U-Net.

Основы U-Net. U-Net - это тип СНС, который выполняет семантическую сегментацию изображений. Он работает путем преобразования изображения в векторы, используемые для классификации пикселей, а затем преобразования этих векторов обратно в изображение для сегментации классифицированных областей. Первоначально U-Net была разработана для выполнения биомедицинской сегментации изображений с использованием меньших обучающих наборов, чем требуется для обычной СНС.

В обычной СНС изображение преобразуется в вектор, который используется далее для классификации. Но при сегментации изображений нужно не только преобразовать карту объектов в вектор, но и реконструировать изображение из этого вектора. Это сложная задача, потому что преобразовать вектор в изображение гораздо сложнее, чем наоборот. И вся идея U-Net вращается вокруг этой проблемы.

Архитектура U-Net. Архитектура данной сети показана на рис. 1. Она состоит из сжимающегося пути (левая сторона) и расширяющегося пути (правая сторона). Сжимающийся путь похож на обычную архитектуру СНС. Она состоит из итерационного использования двух сверток 3x3 (неупакованные свертки), каждая из которых сопровождается выпрямленным линейным блоком (ReLU) и операцией максимального объединения 2x2 со степенью 2 для понижения дискретизации. На каждом этапе понижающей дискретизации число каналов свойств удваивается. Каждый этап в расширяющемся пути включает в себя операции повышающей дискретизации карты свойств, за которой следует свертка 2x2 (восходящая свертка), которая вдвое сокращает число каналов объектов, и объединения с соответствующей обрезанной картой свойств из сокращающегося пути и двух сверток 3x3, каждая из которых

сопровождается ReLU. Обрезка необходима из-за потери граничных пикселей в каждой свертке. На последнем слое используется свертка 1x1 для отображения каждого 64-компонентного вектора пространственных свойств на нужное число классов. В общей сложности сеть насчитывает 23 сверточных слоя [3].

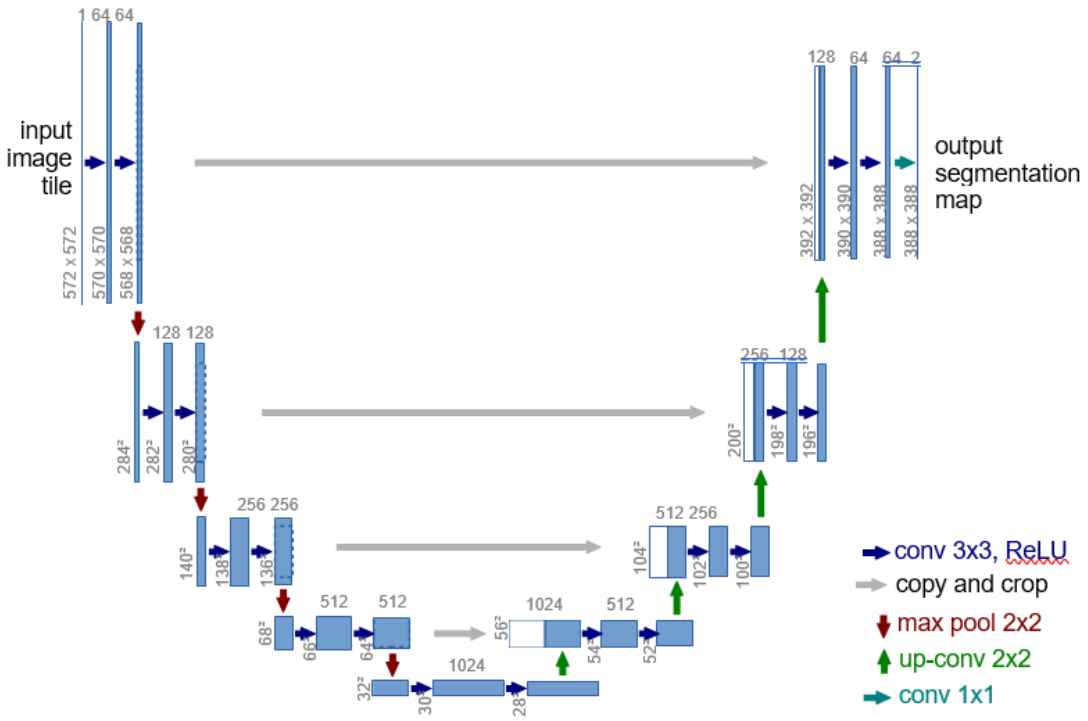


Рис.1. Архитектура сети U-net

Обучение U-Net. Обучение сети U-Net происходит на изображениях и соответствующих им картах сегментации с помощью метода стохастического градиентного спуска. Из-за неупакованных сверток выходное изображение меньше входного на постоянную ширину границы [3].

Попиксельно применяемая функция soft-max вместе с функцией кросс-энтропии вычисляет энергию по окончательной карте свойств. Soft-max определяется как $p_k(x) = exp(a_k(x)/(\sum_{k'=1}^{K} \exp(a_{k'(x)}))$, где $a_k(x)$ обозначает активацию в канале признаков k в позиции пикселя $x \in \Omega$ с $\Omega \subset Z2$, K - число классов, а $p_k(x)$ - аппроксимированная максимальная функция. Т. е. $p_k(x) \approx 1$ для k, имеющего максимальную активацию $a_k(x)$ и $p_k(x) \approx 0$ для других k. Кросс-энтропия, вычисляемая в каждой точке, определяется так:

$$E = \sum_{x \in \Omega} w(x) log(p_{l(x)}(x))$$

где $l: \Omega \rightarrow \{1, \ldots, K\}$ - истинная метка каждого пикселя, а $w: \Omega \rightarrow R$ - карта веса, которая вводится, чтобы придать некоторым пикселям большее значение в обучение.

Граница разделения вычисляется с использованием морфологических операций. Затем вычисляется карта весовых коэффициентов:

$$w(x) = w_c(x) + w_0 \cdot \exp(-\frac{\left(d_1(x) + d_2(x)\right)^2}{2\sigma^2})$$

где w_c — карта весов для балансировки частот классов, d_1 — расстояние до границы ближайшей ячейки, а d_2 — расстояние до границы второй ближайшей ячейки.

U-Net объединяет информацию о местоположении из пути понижающей дискретизации с контекстной информацией в пути повышающей дискретизации, чтобы в конечном итоге получить общую информацию, объединяющую локализацию и контекст, которые необходимы для прогнозирования хорошей карты сегментации.

Плотного слоя нет, поэтому в качестве входных данных могут использоваться изображения разных размеров (так как единственными параметрами для изучения на слоях свертки являются ядра, а размер ядра не зависит от размера входного изображения).

Использование массивного увеличения данных играет важную роль в таких областях, как биомедицинская сегментация, поскольку количество аннотированных образцов обычно ограничено

Семантическая сегментация с U-Net. Семантическая сегментация представляет собой маркировку каждого пикселя в изображении идентификатором класса, поэтому элементы изображения могут быть отделены на основе класса. Это обеспечивает более лучшую сегментацию, чем при обнаружении объекта, которое просто идентифицирует прямоугольную границу вокруг объекта, но немного хуже, чем сегментация экземпляра, которая идентифицирует уникальные экземпляры каждого класса в дополнение к их границам пикселей [2].

Семантическая сегментация используется в различных задачах, таких как распознование окружающей среды для автономных транспортных средств или гео-зондирование, но анализ медицинских изображений, в частности, выигрывает у архитектуры U-Net. Из-за правил HIPAA, ограничивающих пул данных пациентов и временной интенсивности классификации изображений экспертами, обучающие наборы, доступные для сегментации биомедицинских изображений очень малы [4].

Путем обучения инвариантности и устойчивости посредством манипулирования изображениями можно искусственно расширить размер доступных наборов данных, что позволит U-Net правильно классифицировать ткани, несмотря на различия, такие как деформация.

В U-Net используются взвешенные потери, где пикселям между интересующими объектами придается больший вес по мере сокращения расстояния между объектами, что позволяет сети научиться четко разделять объекты и более точно идентифицировать такие признаки, как границы клеток, а также

более точно диагностировать пораженные ткани, например в случаях заболевания раком(рис.2.).

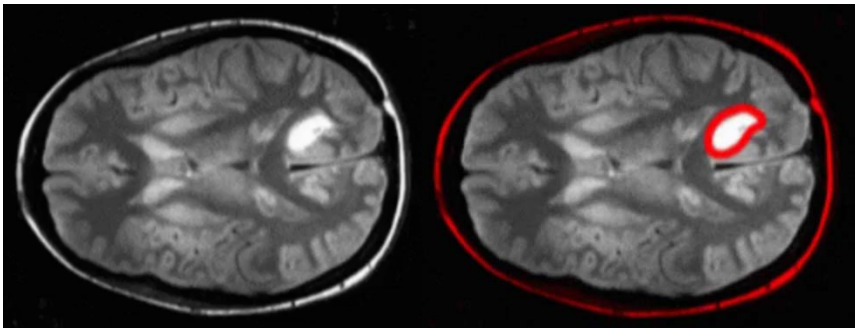


Рис.2. Сегментация опухоли головного мозга с помощью U-net

Заключение. Сегментация изображений является очень важной задачей. И для ее решения нейронные сети показывают очень высокую эффективность, в особенности СНС. Одной из таких сетей является U-net, которая показывает высокие результаты при сегментации изображений, по сравнению с другими сетями [5], благодаря своей архитектуре. Главным преимуществом является возможность использования в качестве входных данных изображения разных размеров и использование малого количества данных для достижения хороших результатов. В основном данная сеть используется для сегментации изображений в области медицины, но также применяется и для других задач. Сейчас многие новые разработанные сети берут за основу архитектуру U-net.

Список литературы

[1]. *Goodfellow I., Bengio Y., Courville A., Bach F.* Deep learning (adaptive computation and machine learning series) // Cambridge Massachusetts. 2017. P. 321-359

[2]. *Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., Malik, J.* Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation // In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (2014)

[3]. *P. H. A. Amorim, V. S. Chagas, G. G. Escudero, D. D. C. Oliveira, S. M. Pereira, H. M. Santos, A. A. Scussel*. 3d u-nets for brain tumor segmentation in miccai 2017 brats challenge // In Proceedings of MICCAI workshop on Multimodal Brain Tumor Segmentation Challenge (BRATS), 2017.

[4]. *N. Tajbakhsh, J. Y. Shin, S. R. Gurudu, R. T. Hurst, C. B. Kendall, M. B. Gotway, J. Liang*. Convolutional neural networks for medical image analysis: Full training or fine tuning? // IEEE transactions on medical imaging, 35(5):1299–1312, 2016.

[5]. *Rezaei, M., Yang, H., Meinel, C.* Conditional Generative Refinement Adversarial Networks for Unbalanced Medical Image Semantic Segmentation // arXiv:1810.03871v1 [cs.CV], 2018, Oct, 9 – Режим доступа: https://arxiv.org/pdf/1810.03871v1.pdf (дата обращения: 31.10.2019)

Петухов Дмитрий Евгеньевич - студент КФ МГТУ им. Н,Э. Баумана. E-mail: petuhoff.dmitrij@yandex.ru

Козина Анастасия Валерьевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: anastasiya-kozin@list.ru

Белов Юрий Сергеевич - доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: fn1-kf@mail.ru

М.Ю. Кучер, Ю.С. Белов, А.В. Козина

СИНХРОННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И РЕАКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

Реактивные системы - это компьютерные системы, которые постоянно реагируют на окружающую среду со скоростью, определяемой этой средой. Этот класс систем был введен, чтобы отличать эти системы, с одной стороны, от трансформационных систем (т.е. классический системы, чьи входные данные доступны в начале выполнения и которые предоставляют свои результаты только при завершении) а с другой стороны, от интерактивных систем, которые постоянно взаимодействуют с их окружающей средой, но по-своему (например, операционные системы). Большинство промышленных систем, работающих в режиме реального времени являются реактивными, то есть происходит постоянный контроль и обработка сигналов.

Основными особенностями этих систем являются следующие:

1. Параллелизм: по крайней мере, параллелизм между системой и ее средой должен быть принят во внимание. Кроме того, часто удобно и естественно рассматривать такую систему как набор параллельных компонентов, которые взаимодействуют для достижения ожидаемого поведения. Наконец, эти системы иногда реализуются на параллельной или распределенной архитектуре для повышения их производительности или их надежности. Однако отметим, что логическая декомпозиция системы в параллельные процессы, как правило, не имеет ничего общего с реальной параллельной реализацией, и даже если такая параллельная реализация выполняется, физическая декомпозиция не обязательно является такой же логичной. Не нужно прибегать к логической декомпозиции проблемы в подзадачи, чтобы соответствовать критериям производительности или отказоустойчивости для данной архитектуры.

2. Они подчиняются строгим требованиям времени: эти требования касаются как их скорости ввода, так и времени отклика ввода/вывода. Эти ограничения должны быть выражены в спецификациях системы, они должны быть приняты во внимание при проектировании системы, и их соответствие должно быть проверено при внедрении. Очевидно, что для выполнения временных ограничений требуется эффективная реализация, но это требует точной оценки времени выполнения.

3. Как правило, они являются детерминированными: выходные данные такой системы полностью определяются их входными значениями и временем появления этих входных данных. Этот детерминизм отличает реактивные системы от интерактивных: большинство интерактивных систем изначально недетерминированы. Операционная система содержит, например, планировщики, которые динамически активируют и прерывают процессы в соответствии с различными параметрами (загрузка ЦП, доступность ресурсов, приоритеты). Результат обращения к системе обычно зависит от этих параметров. Проектирование, анализ и отладка детерминированной системы намного проще. Таким

образом, неотъемлемый детерминизм спецификаций реактивной системы должен быть сохранен при их реализации.

4. Их надежность является особенно важной целью: обычно говорят, что ошибки в реактивных системах могут иметь драматические последствия, включая человеческие жизни и огромные суммы денег. Экономические и человеческие последствия ошибки в программном обеспечении, управляющем спутником или управляющем атомной станцией, очевидно, могут быть неисчислимыми. Следовательно, эти системы требуют особенно строгих методов проектирования и представляют собой область, в которой необходимо рассмотреть формальное подтверждение. Как правило, они производятся частично программно, а частично аппаратно: многие реактивные системы все еще реализуются аппаратно по причинам стоимости или производительности или по историческим причинам. Во многих других случаях они частично реализуются аппаратными средствами, а аппаратные и программные части разделяются во время проектирования.

Как отмечалось выше, реактивные системы часто реализуются аппаратными средствами (аналоговые машины, системы коммутации и пользовательские схемы). При реализации с помощью программного обеспечения они часто программируются на ассемблере для обеспечения эффективности. На более высоком уровне используются подходы операционной системы или универсальные параллельные языки.

Рассмотрим классические инструменты для проектирования реактивных систем.

1. Детерминированные автоматы: Автоматы часто используются для реализации управляющим ядром реактивной системы. Учитывая набор входных значений, автомат выбирает переход из своего текущего состояния, вызывает соответствующие последовательные задачи и изменяет свое состояние для следующей реакции. Такой подход обычно приводит к превосходным измеримым характеристикам; реакция - это «линейный» фрагмент кода (ни цикла, ни рекурсивности, ни прерывания, ни издержек, связанных с управлением процессом), максимальное время выполнения которого может быть точно ограничено. Кроме того, автоматы являются хорошо известными математическими объектами, для которых доступны методы верификации (оценка формул временной логики, редукция и наблюдение). Тем не менее, автоматы являются объектами «плоскими», без какой-либо иерархической или параллельной структуры. Следовательно, их очень сложно использовать для проектирования сложных систем. При малейших изменениях спецификации системы может потребоваться полная модификация и перезапись автомата.

2. Модели на основе сетей Петри: Эти модели в основном используются для программирования промышленных контроллеров [1]. Параллельный характер этих моделей снижает сложность описания системы. Однако из-за отсутствия иерархии их трудно применить к большим системам. Более того, их семантика, особенно связанная с временными аспектами, часто неясна.

3. Модели, основанные на задачах: здесь мы имеем в виду подход, заключающийся в разработке системы, состоящей из набора последовательных задач, активируемых и управляемых операционной системой реального времени. Система разбита на задачи, которые обычно взаимодействуют друг с другом посредством общей памяти. На наш взгляд, это низкоуровневый подход. Временные ограничения прямо не выражены в описании; они могут быть удовлетворены только с помощью инструкций по планированию (прерывания, приоритеты), данной операционной системы. Системный анализ затруднен из-за недетерминизма и отсутствия глобального взгляда. Производительность может ухудшиться из-за управления задачами и динамического планирования.

4. Коммуникационные процессы: параллельные языки общего назначения, такие как Ada или Occam, находятся на более высоком уровне. Эти языки предлагают высокоуровневые примитивы для структурирования программ и данных. Механизмы связи и синхронизации (рандеву, очереди fifo) намного чище, чем разделяемая память. Эти языки были разработаны для повышения переносимости программ. Однако эта мобильность достигается за счет недетерминизма. Чтобы поведение программы было независимым от целевой архитектуры, делаются только минимальные предположения о межпроцессной синхронизации [2]. Даже если некоторые из этих языков были снабжены примитивами «в реальном времени», семантика этих примитивов обычно расплывчата. Проиллюстрируем эти проблемы на классическом примере программы на языке Ada, где задача A передает «MINUTE» задаче B, считая секунды:

```
loop
delay 60;
B.MINUTE
end
```

Эта программа не обеспечивает предполагаемого поведения. Для получения B.MINUTE, A, должно быть, ожидал 60 секунд, но B также должен контролировать его, и, кроме того, должно произойти рандеву и время появления этого рандеву не определено в языковой семантике. Задержка, разделяющая два последовательных приема MINUTE, составляет не менее 60 секунд. С другой стороны, сигнал не может быть передан. Если A должен отправить MINUTE для третьей задачи C, A также должен выполнить C.MINUTE. B и C никогда не получат MINUTE одновременно.

В заключение этого краткого обзора отметим, что пользователь должен выбирать между детерминизмом и параллелизмом. Все параллельные языки основаны на асинхронных схемах выполнения, где процессы конкурируют друг с другом за ресурсы. Синхронные языки могут рассматриваться как попытка совместить параллелизм и детерминизм.

5. Синхронный подход: Синхронные языки были разработаны, чтобы упростить задачу программиста, предоставив ему «идеальные» примитивы, которые позволяют программе считаться мгновенно реагирующей на внешние события. Каждое внутреннее или выходное событие программы точно датиру-

ется по отношению к списку входных событий [3]. Поведение программы является полностью детерминированным как с функциональной, так и с временной точки зрения. Фактически понятие физического (хронометрического) времени заменяется простым понятием порядка среди событий: единственные релевантные понятия - это одновременность и приоритет между событиями. Физическое время не играет никакой особой роли (как это происходит в Аде), оно будет обрабатываться как внешнее событие, точно так же, как любое другое событие, происходящее из программной среды. Это называется мультиформным понятием времени.

В качестве примера рассмотрим два следующих требования: «Поезд должен остановиться в течение 10 секунд» и «Поезд должен остановиться в течение 100 метров». В действительности, эти два ограничения имеют одинаковую природу. Однако в языке, где физическое время играет особую роль и обрабатывается специальными операторами, они будут выражаться совершенно разными способами. В синхронной модели они будут выражаться с помощью аналогичных ограничений приоритета.

В заключение следует добавить, что на практике гипотеза синхронности - это предположение, что программа реагирует достаточно быстро, чтобы воспринимать все внешние события в подходящем порядке. Если это предположение выполняется, и, что более важно, если это можно проверить, то синхронная гипотеза является более реалистичной абстракцией, чем та, которая состоит в том, чтобы считать, что машина имеет дело с фактическими целыми или действительными числами. Более того синхронные языки могут быть реализованы особенно эффективным и измеримым способом. Код объекта структурирован как конечный автомат, переход которого соответствует реакции программы. Как отмечалось ранее, код, соответствующий такому переходу, является линейным (без цикла), и его максимальное время выполнения может быть точно ограничено на данном компьютере. Следовательно, справедливость гипотезы синхронности может быть при необходимости проверена.

Список литературы

[1]. *Калачев, А.В.* Многоядерные процессоры : учебное пособие / А.В. Калачев. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 369 с. URL: https://e.lanbook.com/book/100654 (дата обращения: 28.09.2019).

[2]. *Матюшин, А.О.* Программирование микроконтроллеров: стратегия и тактика / А.О. Матюшин. — Москва : ДМК Пресс, 2017. — 356 с. URL: https://e.lanbook.com/book/93261 (дата обращения: 21.10.2019).

[3]. *Черемисинов, Д.И.* Проектирование и анализ параллелизма в процессах и программах : монография / Д.И. Черемисинов. — Минск : Белорусская наука, 2011. — 300 с. URL: https://e.lanbook.com/book/90466 (дата обращения: 14.10.2019).

Кучер Марина Юрьевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: kucher.m16@gmail.com

Белов Юрий Сергеевич - доцент, канд. физ.-мат. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: fn1-kf@mail.ru

Козина Анастасия Валерьевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: anastasiya-kozin@list.ru

М.Н. Драган, С.С. Гришунов

СИСТЕМА МОДУЛЕЙ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ GO

Введение. Модульное программирование - это способ проектирования программного обеспечения в виде совокупности независимых блоков, называемых модулями. Каждый программный модуль содержит строго определенную структуру и поведение и включает все необходимое для выполнения только одного аспекта желаемой функциональности. Использование такой организации программы помогает проще осуществлять её тестирование и обнаруживать ошибки. Декомпозиция общей задачи на более мелкие модули позволяет вести разработку проекта нескольким программистам одновременно. При этом для каждого модуля определяется функциональность и пути его взаимодействия с остальными блоками. Применение данного подхода упрощает разработку приложения и, в конечном счете, улучшает качество программного кода.

Этапы создания модуля в языке Go. Для создания модуля, прежде всего, потребуется отдельный каталог для будущего package. Назовем этот каталог “testpack”.

```
$ mkdir testpack
$ cd testpack
```

Отметим одну важную деталь: в каталоге переменной окружения GOPATH по умолчанию не могут поддерживаться модули языка Go, поэтому размещать каталог пакета необходимо за его пределами [1]. Внутри каталога создадим простой пакет:

```
package testpack
import "fmt"
// Hello возвращает дружеское приветствие
func Hello(person string) string {
  return fmt.Println("Hello", person)
}
```

Сейчас мы лишь только создали пакет, но модулем он еще не является. Чтобы исправить это, необходимо выполнить следующие команды [2]:

```
$ go mod init github.com/dmn/testpack
go: create new go.mod: module github.com/dmn/testpack
```

Впоследствии в каталоге пакета создался новый файл go.mod, который содержит:

```
module github.com/dmn/testpack
```

Эти элементарные шаги превратили наш пакет в модуль Go. Теперь можно поместить получившийся код в репозиторий.

```
$ git init
$ git add *
$ git commit -am "Initial commit"
$ git push -u origin master
```

Раньше при помощи команды go get любой пользователь мог задействовать наш пакет. Это выглядело бы так:

```
$ go get github.com/dmn/testpack
```

Таким образом, можно было получить последний обновленный код из ветки master. Хотя этот прием по-прежнему является рабочим, но его желательно не использовать, так как теперь появился способ удобнее и надежнее. Ведь никогда нельзя знать достоверно, не внесли ли авторы пакета изменения, которые могут навредить нашему коду или сломать его. Модули Go были придуманы преимущественно для устранения этой проблемы [3].

Важно отметить, что модули Go могут иметь разные версии. Для того чтобы версии отличались друг от друга, они должны иметь разный путь импорта (к примеру, вторая версия не может иметь такой же путь импорта, как и первая). Go в своей работе пользуется метками репозитория и по умолчанию загружает самую последнюю версию с тегами. Эту особенность используют в работе с веткой master [4].

Необходимо обратить внимание на то, что при создании релиза пакета нужно указывать в репозитории метки с названием версии. Применим это на практике.

Релиз пакета. Имея готовый пакет, его можно выпустить. Будем осуществлять это с помощью меток разных версий [4]. К примеру, выпустим версию 2.1.1

```
$ git tag v2.1.1
$ git push –tags
```

Эта команда создала метку в репозитории Github и обозначила текущий коммит как версию 2.1.1. Было бы полезно создать новую вспомогательную ветку v_new, в которую можно будет отправлять исправления.

```
$ git checkout -b v_new
$ git push -u origin v_new
```

Теперь смело можно работать в master, не волнуясь, что можно испортить релиз.

Использование модуля. Для того чтобы начать применять созданный модуль, реализуем программу, которая будет функционировать с использованием нашего нового пакета.

```
package main
import (
   "fmt"
   "github.com/dmn/testpack"
)
func main() {
   fmt.Print(testpack.Hello("dmn")) }
```

Раньше для скачивания пакета помогала команда go get, теперь же, когда появились модули, это можно сделать проще. Для этого в программе потребуется включить поддержку наших модулей. После чего в каталоге будет

создан новый файл go.mod, содержащий внутри имя модуля. Получившуюся программу можно собрать при помощи команды

go build

Данная команда самостоятельно нашла необходимый пакет и загрузила его. В каталоге, где находится файл go.mod, можно обнаружить еще один файл с именем go.sum. Это специальный файл, который проверяет правильность версий и хранит в себе хэши пакетов.

github.com/dmn/testpack v2.1.1 h1:9EdHiEArQ/rkpss7Tj8gUnwx3w5p0jkzJrd5tRAhxnA=

github.com/dmn/testpack v2.1.1/go.mod h1:UVhi5McON9ZLcl5l5iN2bTXlL6ylcxE9VInV71RrlO8=

Заключение. Модули – это прекрасное усовершенствование и развитие языка Go. Они позволяют держать проекты где угодно, а не только в каталоге GOPATH/src. Модули создаются довольно несложно. Для этого всего лишь необходимо в файле go.mod прописать путь к репозиторию требуемой библиотеки и импортировать ее в собственный код. Будет зафиксирована самая последняя версия пакета, а все остальные заботы возьмет на себя Go. Необходимые зависимости добавятся автоматически при сборке. При этом получится стабильный воспроизводимый билд и контроль зависимостей из коробки.

Список литературы

[1]. *Крюков Е.А.* Язык программирования Go. Руководство 2016. Москва, ДМК Пресс, 2016, с. 94-96.

[2]. *Батчер М., Фарина М.* Go на практике. Москва, ДМК Пресс, 2017, с. 301-305, URL: https://e.lanbook.com/reader/book/97351/#4 (дата обращения 30.10.2019)

[3]. *Керниган Б.У.*, Донован А.А. Язык программирования Go. Москва, Диалектика, 2019, с. 217-223.

[4]. *Саммерфильд М.* Программирование на Go. Разработка приложений XXI века. Москва, ДМК Пресс, 2013, с. 418-420. URL: https://e.lanbook.com/reader/book/69944/#4 (дата обращения 30.10.2019)

Драган Мария Николаевна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана E-mail: marmylad@gmail.com

Гришунов Степан Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: stepangrishunov@yandex.ru

К.В. Чулин, С.С. Гришунов

ВОЗМОЖНОСТИ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Введение. В течение многих лет спутниковые технологии приносили пользу людям, позволяя отслеживать местоположение объектов. Это очень важно для крупных компаний, где в обращении находится много единиц транспорта. К ним относятся: перевозки грузов, пассажирские перевозки, специальные перевозки, спецтехника, строительство, обустройство и многие другие направления. Безопасность транспортных средств является первоочередной задачей для всех владельцев транспортных средств. Мониторинг очень важен для любой компании, занимающейся услугами, доставкой или транспортом. Именно для этого необходимо установить оборудование для отслеживания транспортных средств.

Понятие системы отслеживания транспортных средств. По своему простейшему определению, система слежения за транспортными средствами – это система, которая позволяет отслеживать и контролировать транспортные средства с помощью компьютера, смартфона, планшета и т. д. благодаря спутникам. Отслеживание стало возможным благодаря установке электронных устройств в автомобиле [1].

На транспортное средство устанавливается специальное устройство, получающее сигнал со спутника. Информация приходит моментально, и данные отправляются напрямую в программу. Несколько спутников создают полную картину местоположения автомобиля. В результате информация доступна онлайн прямо на экране смартфона или ноутбука [2]. Технологии онлайн-мониторинга транспортных средств помогают водителям на дальних незнакомых рейсах. Они указывают путь, предлагают наиболее удобные маршруты, предупреждают об опасных, трудных районах.

Основные функции системы слежения за автотранспортными средствами [3]:

- управление местоположением
- производительность автомобиля и водителя
- предотвращение краж

Спутниковые системы отслеживания транспорта решают несколько задач:

- определение координат местоположения транспортного средства, его направления движения и других параметров: расход топлива, скорость и др.;
- контроль соблюдения графиков движения - учет движения транспортных средств, автоматический учет доставки товаров до указанных пунктов и др.;
- сбор статистики;
- оптимизация маршрутов – анализ пройденных маршрутов с целью нахождения лучших из них;

- безопасность - возможность определения местоположения помогает обнаружить угнанный автомобиль.

GPS и ГЛОНАСС. Есть несколько систем отслеживания. Наиболее популярной из них является GPS (Global Positioning System). Эта система была изобретена в США и используется во всем мире. Другой технологией является ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) российская и относительно молодая, но, тем не менее, она активно борется за свое место среди других и удовлетворяет всем условия бесперебойной работы [4]. В настоящее время практически все терминалы поддерживают эти технологии. Также существуют системы Galileo, COMPASS-BEIDOU-2 и IRNSS.

Каждая система слежения за транспортными средствами содержит следующие элементы:

- трекер - устанавливается на транспортные средства, принимает сигналы со спутников и передает его координаты;
- терминал или точка доступа - сюда приходят сигналы от трекеров, здесь они обрабатываются и преобразуются в формат, удобный для пользователя;
- база данных - после обработки информация поступает сюда, здесь она сохраняется и отсюда отображается на мониторе пользователя;
- различные модули и программы - в зависимости от настроек системы это аналитические, картографические модули, которые выполняют расчеты, предоставляют статистику в необходимом виде, показывают карты с обозначенными маршрутами.

Основным устройством в системе слежения за автотранспортными средствами является терминал ГЛОНАСС / GPS / GSM, который выполняет следующие функции:

- определение координат с помощью спутникового приемника;
- сбор информации от бортового оборудования и дополнительных датчиков;
- пересылка информации по каналам GSM-связи;
- управление бортовым оборудованием по командам, полученным от оператора;

Собранная информация передается на сервер обработки в виде пакета AVL (Automatic Vehicle Location), содержащего «снимок» данных, полученных терминалом - время, координаты, значения параметров. Пакет AVL передается на сервер во время движения транспортного средства через беспроводные каналы, GPRS или 3G или через прямое кабельное соединение. Пользователь получает информацию с сервера, используя клиентскую часть программного обеспечения, или, в некоторых случаях, напрямую через браузер, используя системный WEB-интерфейс [5].

Контроллеры и трекеры систем мониторинга имеют похожие функции:

- расчёт местоположения, скорости и направления движения на основе сигналов от спутников;

- подключение внешних датчиков через аналоговые или цифровые входы;

- считывание данных с бортового оборудования, имеющего последовательный порт или более специализированный интерфейс CAN;

- хранение определенного объема данных во внутренней памяти на период отсутствия связи;

- передача полученных данных в серверный центр, где они обрабатываются.

Многие из существующих GPS-трекеров и контроллеров имеют открытый протокол для взаимодействия с сервером, а также позволяют настраивать режимы работы с использованием соединений SMS, CSD или GPRS. Полученные данные накапливаются в локальном устройстве, а затем передаются на центральный сервер в режиме реального времени.

Спутниковые системы отслеживания транспортных средств помогают водителю ориентироваться при движении в незнакомых для него местах. Во время движения с автомобилем может случиться что угодно: аварии, поломки транспортных средств, повреждения груза. Для предотвращения таких ситуаций, может быть встроена программа слежения за автотранспортными средствами, которая имеет встроенный контроль качества вождения, отслеживает соответствие скорости, резкое торможение или ускорение, угловую скорость. Используя акселерометр, можно определить тип дорожного покрытия и его состояние. Подключение к стандартным датчикам автомобиля позволит следить за техническим состоянием автомобиля, уровнем жидкости, пристегнут ли ремень и включены ли огни. Все эти данные собираются в отчетах, которые доступны диспетчеру в режиме реального времени. При аварии спутниковая система передает сигнал бедствия аварийным службам.

Заключение. Таким образом, контроль качества вождения позволит снизить вероятность аварийной ситуации, обеспечить сохранность груза, сократить износ автомобиля. Программа онлайн-мониторинга транспорта даст оценить, сколько раз за отведенный промежуток времени водитель совершил опасное маневрирование, резкое торможение или ускорение, превысил скорость. Следовательно, использование технологий отслеживания транспортных средств повышает безопасность участников дорожного движения.

Список литературы

[1]. Vehicle Tracking. Режим доступа: https://roseindia.net/technology/vehicle-tracking/ (дата обращения: 29.10.2019)

[2]. What is Vehicle Tracking System? Режим доступа: https://www.arvento.com/en/what-is-a-vehicle-tracking-system_(дата обращения: 31.10.2019)

[3]. Vehicle Tracking Solutions in 2019. Compare Price and Quality of Vehicle Tracking. Режим доступа: https://www.market-inspector.co.uk/vehicle-tracking_(дата обращения: 30.10.2019)

[4]. *Горев А.Э* Информационные технологии на транспорте – М.: Юрайт, 2016. – 272 с.

[5]. *Алексахин С.В, Кузнецов И.А., Николаев А.Б., Строганов В.Ю.* Автоматизированные системы обработки информации и управления на автомобильном транспорте. – М.: Академия, 2003. - 224 с.

Чулин Константин Вячеславович - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: konst.02@yandex.ru

Гришунов Степан Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: stepangrishunov@yandex.ru

А.С. Ельцов, С.С. Гришунов, Ю.С. Белов

МОДУЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ASP .NET CORE

Модульные тесты в разработке ПО. В наши дни веб-приложения распространены повсеместно: от социальных сетей и новостных сайтов до мобильных приложений. Их основой почти всегда является сервер, на котором выполняется веб-приложение или веб-API. Веб-приложения масштабируемы, легко развертываются в облаке и производительны.

ASP.NET Core был разработан с учетом этих требований. Если вам нужен простой веб-сайт, сложное веб-приложение для электронной коммерции или распределенная сеть микросервисов, ASP.NET Core можно использовать для создания компактных веб-приложений, соответствующих любым потребностям разработчика. ASP.NET Core позволяет создавать и запускать веб-приложения в Windows, Linux или macOS. Он является модульным, а это значит, что вы можете использовать только те компоненты, которые вам действительно нужны, что делает что положительно влияет на производительность и размер приложения [1].

Преимущества автоматического тестирования далеко не так очевидны на первый взгляд. С точки зрения программиста, оно требует гораздо большего количества кода, а следовательно, и потраченного на его написание времени. Однако, такая практика является необходимой во время работы с крупными проектами. Вместо того, чтобы вручную запускать приложение и тестировать каждый сценарий по отдельности, программист запускает набор тестов одним нажатием кнопки, и автоматически тестирует свой код.

Тестовые проекты – это консольные приложения, которые содержат ряд тестов. Тест – это обычно метод, который оценивает, ведет себя ли данный класс в вашем приложении так, как ожидалось. Тестовый проект обычно будет зависеть как минимум от трех компонентов:

- .NET Test SDK
- Фреймворк для модульного тестирования, например xUnit, NUnit, Fixie или MSTest
- Адаптер для запуска тестов для выбранной вами среды тестирования.

Эти зависимости являются обычными NuGet-пакетами, которые вы можете добавить в проект, а также позволяющие вам подключиться к команде тестирования dotnet и средству выполнения тестов Visual Studio.

Как правило, тест состоит из метода, который запускает небольшой фрагмент вашего приложения изолированно и проверяет его поведение. Если вы тестируете класс Calculator, у вас может быть тест, который передает значения 1 и 2 в метод Add(), а возвращаемый результат сравнивает с 3.

Вы можете написать множество таких небольших изолированных тестов для каждого отдельно взятого класса вашего приложения, чтобы убедиться, что каждый компонент работает правильно, в независимости от любых других

компонентов приложения. Такие небольшие изолированные тесты, называются модульными.

Однако то, что все компоненты работают правильно независимо друг от друга, не означает, что они будут работать совместно. Для тестирования взаимодействия между несколькими компонентами используют интеграционные тесты. Интеграционные тесты не обязательно включают в себя все приложение, но они определенно используют больше компонентов приложения при тестировании, чем модульные тесты [2].

Модульные тесты отлично подходят для тестирования небольших фрагментов логики, содержащихся в программных компонентах, и, как правило, быстро выполняются. Интеграционные тесты, как правило, значительно медленнее, так как они должны быть гораздо сложнее сконфигурированы и могут опираться на внешнюю инфраструктуру, например, на базы данных.

Следовательно, для тестирования приложения обычно требуется гораздо больше модульных тестов, чем интеграционных. Модульные тесты обычно проверяют поведение компонента, используя валидные входные данные, крайние допустимые значения и недопустимые входные данные, чтобы гарантировать, что компонент ведет себя корректно во всех случаях. Если тестовый проект содержит обширный набор модульных тестов, он также должен включать в себя несколько интеграционных тестов, гарантируя правильную работу тестируемого приложения.

Практикуете ли вы TDD (Test-Driven Development) или пишете свои тесты исключительно после работы над самим кодом вашего приложения, нет сомнений в том, что модульное тестирование для разработки веб-приложений является необходимой практикой. Когда приходит время выбрать среду для тестирования, перед разработчиком встают несколько вариантов, среди них xUnit.net, NUnit и MSTest. Одной из причин, почему эта статья посвящена именно среде xUnit.net является ее популярность по сравнению с другими средами тестирования.

Вернемся к модульным тестам и попытаемся объяснить их суть простыми словами. Модульный тест представляет собой программный код, который пишут, чтобы проверить правильность выполнения кода вашего приложения. Тестируемое веб-приложение будет выполняться изолировано и не будет ссылаться на тестовый проект, в то время как тестовый проект должен иметь зависимость от проекта тестируемого приложения (рис. 1) [2,3].

Настройка модульного тестирования. Самый элементарный способ начать работу над системой модульного тестирования для проекта веб-приложения ASP .NET Core – это создать новый тестовый проект с использованием специализированного, встроенного в IDE шаблона. Он будет представлять собой кроссплатформенный проект .NET Core, который в свою очередь будет включать в себя один пустой тест. В среде разработки Visual Studio 2019 при создании нового проекта введите в поисковую строку запрос «тестовый проект .NET Core и выберите среди предложенных вариантов проект XUnit**,** чтобы следовать приведенному в статье примеру (рис. 2) [4, 5].

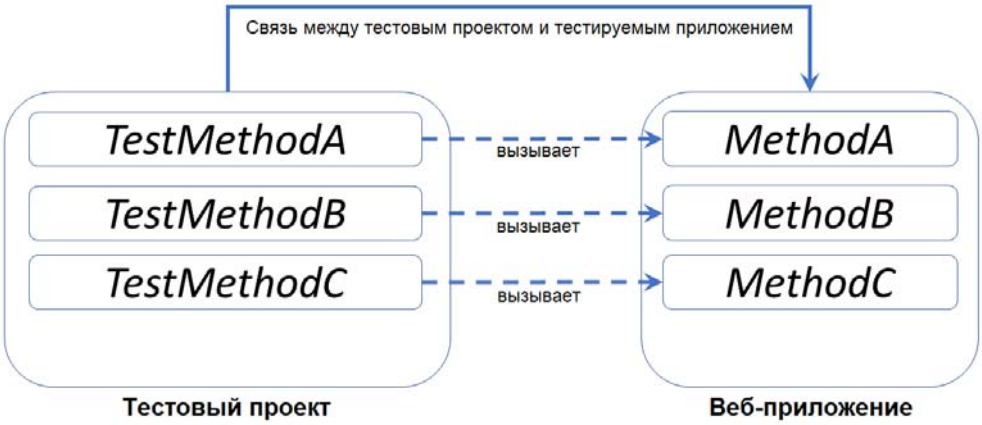


Рис 1. Связь между тестовым и тестируемым приложениями.

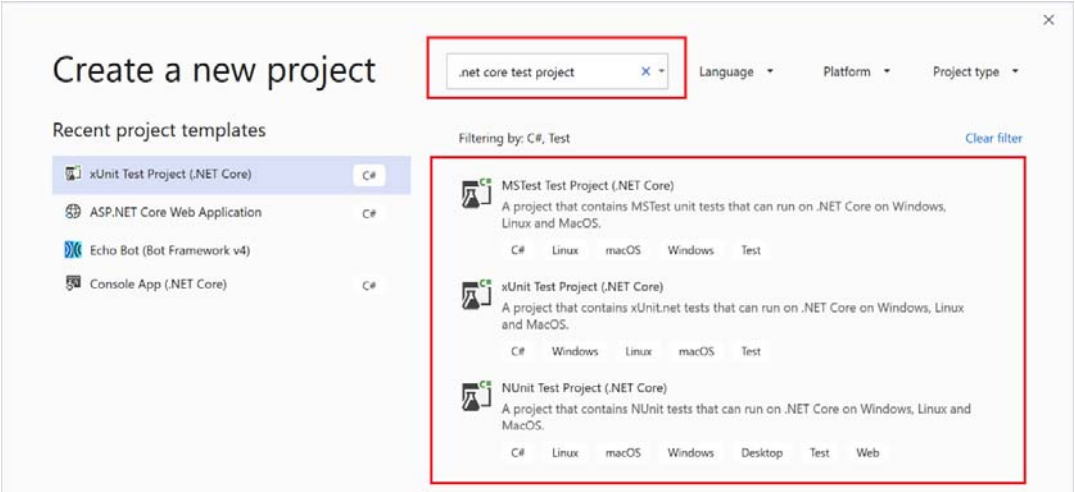


Рис 2. Создание нового тестового проекта.

Класс-шаблон для модульных тестов содержит пустой тест. Как правило, имеет смысл создавать отдельный тестовый класс для каждого тестируемого класса приложения.

Проект, содержащий модульные тесты, должен иметь ссылку на проект тестируемого приложения.

В файле тестового проекта CalcMvcWeb.Tests.csproj вы найдете ссылку на CalcMvcWeb.csproj.

Сравнение результатов. Даже простейший модульный тест обычно подразделяют на три отдельных этапа: Arrange, Act и Assert.

```
public void TestAddNumbers(int x, int y, int expectedResult)
{
  // 1. Arrange
  var cs = new CalcService();

  // 2. Act
  var result = cs.AddNumbers(x, y);
```

```
    // 3. Assert
    Assert.Equal(expectedResult, result);
  }
```

1. На этапе Arrange мы создаем новый экземпляр объекта класса CalcService, который будет протестирован.
2. На шаге Act мы вызываем метод AddNumbers() объекта и передаем два значения, которые были переданы через атрибут InlineData.
3. На шаге Assert мы сравниваем ожидаемый результат (переданный InlineData) с фактическим (полученным в результате вызова тестируемого метода).

Метод Assert.Equal() – это быстрый способ проверить, равен ли ожидаемый результат возвращенному результату. Если результаты равны, тестовый метод успешно пройден. В противном случае тест провален. Существует также метод Assert.True(), который может принимать логическое значение и успешно завершить тест, если переданное логическое значение равно true.

Запуск тестов. Для запуска модульных тестов в Visual Studio используйте панель «Test Explorer». (Рис. 3)

1. В верхнем меню перейдите на «Test | Windows | Test Explorer»;
2. На панели «Test Explorer» нажмите «Run All»;
3. Просмотрите статус теста и его итоги;
4. Если какие-либо тесты не пройдены, проверьте их код и исправьте при необходимости.

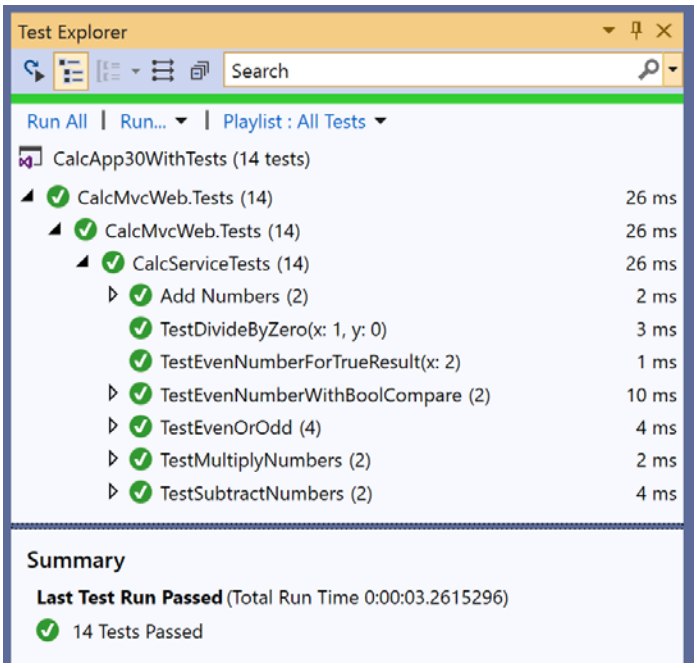


Рис. 3. Список тестов в Test Explorer

Чтобы запустить свои модульные тесты с помощью командной строки, выполните следующую команду в папке тестового проекта [6, 7]:

```
> dotnet test
```

Результаты могут выглядеть примерно так:

Test run for
C:\path\to\test\assembly\CalcMvcWeb.Tests.dll(.NETCoreApp,Version=v3.0)
Microsoft (R) Test Execution Command Line Tool Version 16.0.1
Copyright (c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Starting test execution, please wait...

Total tests: 14. Passed: 14. Failed: 0. Skipped: 0.
Test Run Successful.
Test execution time: 2.4306 Seconds

Заключение. Автоматизированное тестирование приложений является одним из основных этапов разработки программного продукта наряду с написанием самого кода приложения. Чем крупнее проект, тем значимее роль тестов в разработке ПО. Тщательно продуманный план тестирования, включающий как модульное тестирование внутренних компонентов приложения, так и интеграционное тестирование внешних вызовов API, так же важен, как и архитектура основного проекта ASP.NET Core Web API.

Список литературы

[1] Introduction to ASP.NET Core. Microsoft Docs, 2017. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/?view=aspnetcore-3.0 (дата обращения 01.10.2019).

[2] Integration tests in ASP.NET Core. Microsoft Docs, 2019. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/test/integration-tests (дата обращения 01.10.2019).

[3] Test controller logic in ASP.NET Core. Microsoft Docs, 2019. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/mvc/controllers/testing (дата обращения 01.10.2019).

[4] Unit testing in .NET Core and .NET Standard – .NET Core. Microsoft Docs, 2017. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/core/testing/ (дата обращения 01.10.2019).

[5] Introducing the .NET Core Unit Testing Framework (or: Why xUnit?). Visual Studio Magazine, 2018. URL: https://visualstudiomagazine.com /articles/2018/11/01/net-core-testing.aspx?m=1 (дата обращения 01.10.2019).

[6] Getting started: .NET Core with command line. xUnit.net, 2019 URL: https://xunit.net/docs/getting-started/netcore/cmdline (дата обращения 01.10.2019).

[7] Unit testing C# code in .NET Core using dotnet test and xUnit. Microsoft Docs, 2017. URL: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/core/testing/unit-testing-with-dotnet-test (дата обращения 01.10.2019).

Ельцов Андрей Станиславович - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: andrei.eltzov@gmail.com

Гришунов Степан Сергеевич- ассистент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: stepangrishunov@yandex.ru

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

СЕКЦИЯ 14.

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

О.В. Сулина

ОБЗОР ЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

«Начертательная геометрия» является общетехнической дисциплиной в технических ВУЗах и служит основой для успешного изучения «Инженерной графики» и «Инженерной и компьютерной графики». В КФ МГТУ имени Н.Э. Баумана начертательную геометрию изучают студенты всех специальностей и направлений обучения в 1 семестре в объеме 108 часов. Контактная работа обучающихся с преподавателем (лекции, практические занятия) составляет 51 час, самостоятельная работа - 57 часов. Самостоятельная работа включает в себя: подготовку к практическим занятиям, выполнение домашних работ, подготовку и сдачу экзамена.

Для большинства обучающихся изучение начертательной геометрии является достаточно сложным вследствие отсутствия базовых знаний планиметрии и стереометрии, недостаточного уровня пространственного воображения и мышления, пропусков занятий, отсутствия интереса к дисциплине и др. Практически 75% обучающиеся неправильно выполняют текущие домашние работы из тетради для практических занятий, не готовятся должным образом к занятиям.

Эффективность самостоятельной работы возможно повысить, по мнению автора, через популяризацию в студенческой среде общедоступных электронных образовательных ресурсов (учебно-методической литературы, видеолекций, презентаций и др.) по начертательной геометрии.

Видеолекции - высокоэффективны для самостоятельного изучения отдельных тем и разделов дисциплины, вследствие высокой наглядности и логичности подачи текстовой и графической информации:

1. Н.В. Кайгородцева: 16 лекций по основным разделам начертательной геометрии. https://www.lektorium.tv [1].

2. А.В. Павлов: полный курс начертательной геометрии. https://video.uch-lit.ru [2].

Презентации к лекциям и практическим занятиям содержат слайды с поэтапным решением базовых задач дисциплины на эпюре и их пространственное отображение:

1. МГТУ им. Н.Э. Баумана (кафедра РК-1 «Инженерная графика»): презентации к лекциям и практическим занятиям (рис.1) https://ppt-online.org [3].

2. А.П. Герасимов, С.С. Говорухина: слайд фильм «Изображение точек, прямых и плоскостей. Решение основных позиционных задач» http://www.myshared.ru [4].

Учебно-методическая литература из ЭБС - учебники, конспекты лекций, сборники задач и др.:

1. Г. Монж «Начертательная геометрия». Перевод книги G. Monge «Geometrie descriptive» (18 век) http://biblioclub.ru [5].

2. А.Н. Лызлов «Начертательная геометрия. Задачи и решения» https://e.lanbook.com [6].

3. Б.Ф. Тарасов, Л.А. Дудкина, С.О. Немолотов «Начертательная геометрия: учебник» https://e.lanbook.com [7].

Согласно рабочей программе дисциплины все обучающиеся обеспечены конспектом лекций, тетрадями для практических занятий и методическими указаниями для выполнения домашних работ. Приведенные в статье электронные информационные образовательные ресурсы носят рекомендательный характер.

Знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения начертательной геометрии, позволят обучающимся успешно осваивать преемственные дисциплины, а достигнутый уровень системно- пространственного мышления позволит успешно решать проектно-конструкторские задачи в профессиональной деятельности.

Список литературы

[1]. *Кайгородцева Н.В.* Начертательная геометрия. Курс видеолекций. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.lektorium.tv/course/25884 (дата обращения 29.10.2019).

[2]. *Учебная* телестудия НТУУ «КПИ» Видеокурс начертательной геометрии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://video.uchlit.ru/uchebny-e-fil-my/uchebnaya-telestudiya-ntuu-kpi-videokurs-nachertatel-noj-geometrii-onlajn (дата обращения 27.10.2019).

[3]. *Презентация.* Начертательная геометрия. МГТУ имени Н.Э. Баумана. Кафедра РК-1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ppt-online.org/249176 (дата обращения 27.10.2019).

[4]. *Герасимов А.П., Говорухина С.С.*: слайд фильм «Изображение точек, прямых и плоскостей. Решение основных позиционных задач» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.myshared.ru/slide/648503/ (дата обращения 27.10.2019).

[5]. *Монж, Г.* / Г. Монж; сост. Т.П. Кравц; ред. В.Ф. Газе. – Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1947. – 292 с. – (Классики науки). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117222 (дата обращения: 28.10.2019). – Текст: электронный.

[6] *Лызлов А.Н.* Начертательная геометрия. Задачи и решения: учебное пособие / А.Н. Лызлов, М.В. Ракитская, Д.Е. Тихонов-Бугров. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 96 с. — ISBN 978-5-8114-1163-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/701 (дата обращения: 28.10.2019)/

[7]. *Тарасов Б.Ф.* Начертательная геометрия: учебник / Б.Ф. Тарасов, Л.А. Дудкина, С.О. Немолотов. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1321-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная

система «Лань»: [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/3735 (дата обращения: 29.10.2019)

Сулина Ольга Владимировна - доцент, канд. техн. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: sulina.olga@yandex.ru

Е.Г.Булычева

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В современных условиях главным фактором повышения эффективности деятельности предприятия является непрерывное обновление выпускаемой инновационной продукции, следовательно, основное требование к производству – обеспечение возможности освоения новой продукции при минимальных затратах времени. Однако для литейных заводов и предприятий, на базе которых имеется литейное производство, недостаточно руководствоваться только данным требованием при внедрении инноваций.

Важно отметить, что продолжительное время литейное производство в России находилось в сложных экономических условиях: в стране остро проявлялся кризис государственной инвестиционной системы, глубина и продолжительность которого привели к тяжёлым, а в ряде случаев к катастрофическим последствиям для целых научных направлений, институтов, больших и малых предприятий этой важной отрасли [2]. Кроме того, в России за последние годы нет новых разработок в области литейных технологий, так как 10 научно-исследовательских институтов, занимающиеся литейным производством ликвидированы системой приватизации [1]. Научными исследованиями занимаются только литейные кафедры ВУЗов, причем многие из них не оснащены современными приборами и оборудованием. Количество научных работников за последние 15 лет сократилось с 8 до 0,2% от всех работающих в литейном производстве [1].

Из вышеизложенного следует, что поиск и использование инноваций в литейном производстве является актуальной проблемой.

Прежде всего необходимо обратить внимание на то, что персонал литейных цехов сталкивается с опасными и вредными факторами, которые оказывают влияние непосредственно на здоровье и безопасность. В связи с этим модернизация литейного производства, прежде всего, должна быть ориентирована на создание комфортных условий для существования и деятельности человека. Решением данной проблемы может быть автоматизация работ с неблагоприятными условиями труда. Этого можно достичь внедрением комплексов машин и оборудования с дистанционным управлением технологическим процессом с централизованного изолированного пульта, а также с помощью IT-технологий [3]. Применение компьютерного моделирования делает возможным выполнение таких производственных процессов как заполнение формы металлом, затвердевание и охлаждение отливки, формирование внутренних напряжений и деформаций без человека [3].

Если по каким-либо причинам закупка нового высокотехнологичного оборудования для предприятия не представляется возможной, то следует рассмотреть ряд других мероприятия по модернизации цехов [8]:

1. замена вагранок индукционными печами средней частоты, либо оснащение оборудования действующих вагранок и дуговых сталеплавильных

печей системами пылегазоочистки со степенью очистки в пределах ПДК на плавильных участках, что должно привести к сокращению объёма выбросов пыли, двуокиси углерода и двуокиси серы;

2. создание и использование малотоксичных и не токсичных составов смесей, а также обеспечение формовочного и стержневого оборудования эффективными системами улавливания и нейтрализации выделяющихся вредностей на формовочных и стержневых участках;

3. организация эффективной работы вентиляционных систем и утилизации твёрдых отходов, внедрение современного очистного и зачистного оборудования и ручного инструмента с пониженной вибрацией на обрубочно-очистных участках.

Очевидно, что в литейном производстве необходимо в первую очередь создавать системы утилизации и нейтрализации вредных отходов и газов. В России широко применяется метод формообразования с использованием ХТС на синтетических смолах. С точки зрения технологических и производственных возможностей они зарекомендовали себя весьма с положительной стороны: по сравнению с другими способами литья они обладают превосходными качествами, способными значительно улучшить внешний вид и физико-механические характеристики отливок. Поэтому отказаться от применения ХТС в литейном производстве нецелесообразно. Однако наряду с этим существует значительная проблема – это отрицательное влияние продуктов горения синтетических смол на безопасность жизнедеятельности человека и воздействие на окружающую среду [9]. Единственным решением сложившейся проблемы является использование экологически чистых связующих неорганического происхождения. Это объясняется гарантированным наличием сырьевых материалов в промышленном объёме, минимальным воздействием на окружающую среду в результате исключения отходов и возможности более полного повторного их использования, улучшения условий труда на рабочих местах в связи с отсутствием вредных выбросов в атмосферу, конденсатов и запахов, высокой термостабильности [9]. В мире ведутся интенсивные исследования формирования начальной, поверхностной и остаточной прочности, улучшения качества поверхности отливок (металлофосфатные смеси, жидкостекольные смеси, система «Cordis», неорганические связующие на основе сульфата магния и др.) [8].

Если рассматривать инновационные литейные технологии, то особое внимание следует уделить процессу получения отливок методом литья по газифицируемым моделям (Lost Foam). Технологи ЛГМ продолжает активно развивается во всем мире, но многие российские предприятия продолжают использовать устаревшие методы литья — более дорогие, требующие больше усилий и времени. Это связано с тем, что проектировании процесса также сопряжено с проблемами при расчете площади поверхности и объема спроектированной модели [7]. Данные характеристики требуются для расчета расходных материалов (термокраска, формовочный песок, гранулы полистирола). При определении количества данных материалов на практике исполь-

зуют эмпирический методт проб и ошибок, поэтому внедрению современного способа литья по ЛГМ мешает отсутствие единой методики расчета и укоренившиеся стереотипы [7]. Способ литья по газифицируемым моделям запатентован в 1958 г. американским архитектором Г. Шроером и сразу же данный способ стал популярен среди литейщиков многих стран, его начали внедрять в производство отливок [4]. ЛГМ-процесс позволяет также (за редким исключением) выполнить внутреннюю конфигурацию отливки полностью в модели без применения стержней, что повышает точность отливок, а также упрощает процесс формовки, исключает затраты на изготовление стержней, подготовку материалов для их изготовления, транспортировку, улучшает экологию за счет исключения из употребления вредных связующих и т.д. [4]. Главным преимущество рассматриваемой технологии – значительное сокращение цикла производства литья и его себестоимости [4]. На сегодняшний день возможности ЛГМ-процесса далеко не исчерпаны возможности и он находится в развитии. Литейщики разрабатывают решения технологических вопросов изготовления отливок, предлагают новые варианты этого процесса и области его применения, используют новые материалы для изготовления литейных форм и моделей, совершенствуют оборудование.

Инновационные прорывы в долгосрочной перспективе возможны при широком внедрении нанотехнологий. Данное понятие возникло 10 лет назад после «наноинициативы Клинтона» в США [5]. Сегодня благодаря нанотехнологиям получают материалы с принципиально улучшенными свойствами, повышают эффективность процессов, создают оборудование для тонких и высоких технологий со значительно меньшими удельными издержками, чем у аналогов при производстве традиционными способами.

В 70-хх годах прошлого столетия на основе известной физической закономерности связанной с тем, что упрочняющие свойства возрастают с уменьшением диаметра материала, соответственно увеличивается удельная поверхность, реакционная способность и т.д., началось применение в технологических процессах ультрадисперсных материалов. Такой подход применялся для повышения качества формовочных и стержневых смесей, огнеупорных покрытий, повышения свойств литейных сплавов. Современные научные исследования направлены на получение наноразмерных материалов, методов их применения, способов ввода в расплав, изучения механизма их воздействия на качественные характеристики материалов или готовых отливок [6]. Высокая стоимость получения наноразмерных материалов, ограничивает их применение в литейном производстве – наноразмерные материалы используют только в качестве микродобавок к базовым материалам и сплавам для повышения их физико-механических, химических и эксплуатационных свойств [6]. Данные направления разработок являются перспективными и экономически оправданными.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что в настоящее время в России стоит задача возрождения литейного производства как отрасли промышленности на современном мировом уровне с использованием новейшего

оборудования и передовых технологий. Достижение поставленной задачи следует начинать с развития и стимулирования совместной работы литейные кафедр ВУЗов и предприятий страны. Необходимо направить их совместную деятельность на рассмотрение уже существующих инновационных решений, основные из которых приведены выше, оценку возможности их применения в зависимости от сложившихся условий производства, а также на внедрение инноваций и их дальнейшее совершенствование.

Работа выполнена в рамках гранта Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 18-410-400001).

Список литературы

[1]. *Дибров И.А.* Состояние и перспективы литейного производства России // Юнидо в России спецвыпуск. Производство металлов и металлопродукции, металлургическое машиностроение, 2013, с. 19.

[2]. *Евсеев В.И., Ищенко А.А.* О состоянии и перспективах литейного производства в России и г. Санкт-Петербурге // Литьё и металлургия, 2008, №3, с. 1.

[3]. *Зверева Ж.А.* Инновации в литейном производстве. Технические и математические науки // Студенческий научный форум: электр. сб. ст. по мат. IV международная студенческая научно-практическая практическая, конференция №4, с 4 URL: https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/4(4).pdf (дата обращения: 15.10.2019).

[4]. *Информационный* ресурс по литейному производству. Литье по газифицируемым моделям. URL: http://otlivka.info/articles/_(дата обращения 20.10.2019).

[5]. *Иншаков О., Фесин А.* О приоритете государства в сфере наноидустрии // «Экономист», №10, 2009г.

[6]. *Мамина Л.И., Дибров И.А.* Опыт и перспективы освоения нанотехнологий в литейном производстве // «Литейщик России», №7, 2009г.

[7]. *Соколов А. П., Филиппенко Н. Г.* Технология изготовления литейных форм для получения газифицируемых моделей // Молодой ученый, 2014, №1, с. 120-122. URL: https://moluch.ru/archive/60/8766/ (дата обращения: 29.09.2019).

[8]. *Ткаченко С.С., Кривицкий В.С.* Модернизация экономики — Литейное производство региона // Инженерный клуб, 2011. URL: https://enginclub.ru/litejnoe-proizvodstvo/ (дата обращения: 15.09.2019).

[9]. *GIFA* 2007. Изготовление форм и стержней с использованием химиически отверждаемых связующих. Раздел НОС «Литейное производство», №5, 2008г.

Булычева Елизавета Григорьевна - студентка, магистрант ПАО «КАДВИ». E-mail: liza2928@yandex.ru

Л.С. Беккель

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОВОРОТА В МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ СРЕДЕ UNITY

В настоящее время создано множество сред для разработки компьютерных игр, среди которых межплатформенная среда Unity занимает достойное место с периода своего возникновения (2005 год), до настоящих пор находясь в постоянном развитии. Универсальность Unity объясняется возможностью работы созданных в его среде приложений с большим количеством операционных систем, которых насчитывается более двадцати. Это персональные компьютеры, игровые консоли, мобильные устройства, интернет-приложения и т.д. [1].

Наличие в среде Unity интегрированной среды, цепочки сборки, инструментария визуального моделирования привело к увеличению производительности при создании прототипов и тестировании. Кроме того, при имеющемся инструментарии разработки Unity может использоваться под Windows и Mac OS [1].

Объекты в среде Unity – комбинируемые пакеты функциональных элементов. Для снижения трудоемкости создания прототипов применена модульная система компонентов, при применении которой объединение функциональных блоков приводит к образованию объектов (в отличие от механизмов наследования).

Содержащие объекты сцены служат для создания главного меню, отдельных уровней и т.д. [2]. Каждый файл сцены как отдельный уровень содержит объекты окружения, заграждения, декорации.

Каждый объект сцены имеет компонент Transform для хранения в нем основных сведений об объекте: координаты и размер объекта в пространстве, поворот. Наличие в редакторе системы наследования объектов позволяет дочерним объектам повторять за «родителями» изменения позиции, поворота и масштаба.

Любой объект сцены в Unity имеет свою (локальную) систему координат, которая изменяет свое положение вместе с ним, также имеется система координат сцены (глобальная). По умолчанию оси располагаются следующим образом: X направлена вправо, Y – вверх, Z – от наблюдателя (левая система координат).

Поворот объекта можно осуществить, используя разные команды и механизмы. Наиболее популярно использование метода Rotate компонента transform, который в качестве аргументов принимает значения тангажа (pitch), рысканья (yaw) и крена (roll). Тангаж означает вращение вокруг оси X, рысканье – вращение вокруг оси Y, а крен – вращение вокруг оси Z, эти термины пришли в графические редакторы из авиации (рис. 1). По умолчанию поворот осуществляется вокруг осей локальной системы координат, но с помощью необязательного параметра метода Rotate можно добиться поворота объекта вокруг осей глобальной системы координат.

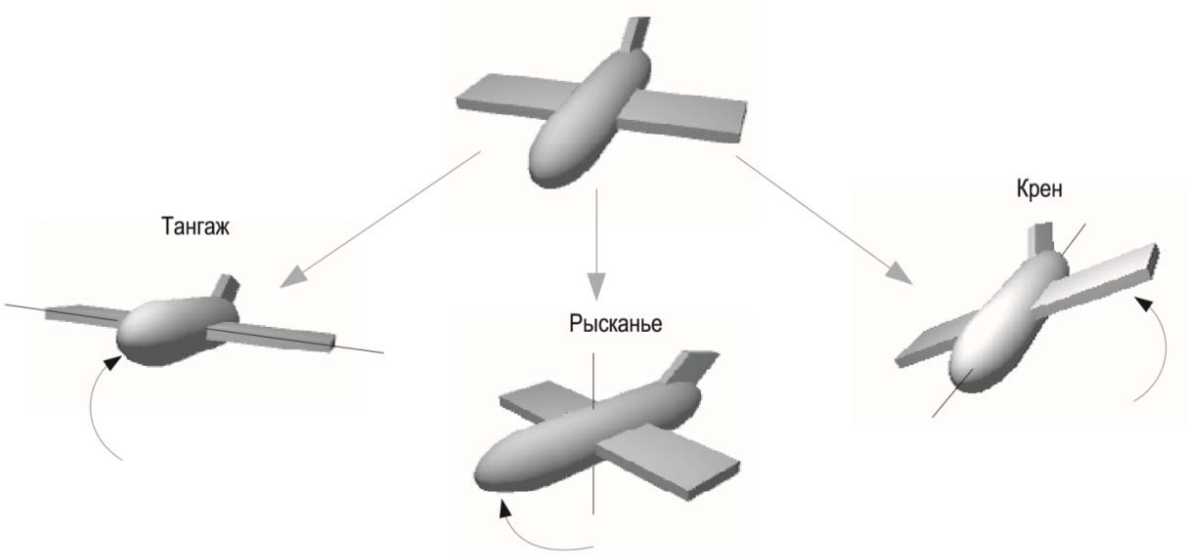


Рис. 1 Поворот объекта вокруг осей локальной системы координат

Недостаток такого способа поворота объекта заключается в том, что при ненулевых значениях угла поворота вокруг более, чем одной координатной оси, результат будет получен последовательными поворотами вокруг каждой из осей, причем результат часто зависит от порядка этих поворотов (который пользователь задавать не может). В частных случаях, выполнение сложного поворота в виде последовательности простых поворотов приводит к появлению проблемы шарнирных замков (gimbal lock), когда направление оси, по которой еще не производился поворот, становится параллельным другой оси и она блокируется, в результате чего вращение вокруг нее выпадает из последовательности операций и объект неожиданно для разработчика теряет одну степень свободы.

Для решения этой проблемы можно воспользоваться методом localEulerAngles, который принимает те же самые аргументы, что и Rotate, но переводит их в кватернионы и внутри работает уже с ними [3]. При использовании кватернионов поворот производится вокруг вектора трехмерного пространства, который не обязан быть параллельным какой-либо оси координат. Таким образом, шарнирный замок не может быть получен. Кроме того, анимации с использованием механизма кватернионов, разработанного специально для графики и анимации, получаются более плавными, чем при использовании тангажа, крена и рысканья, разработанных для определения положения объекта в пространстве.

Список литературы

1. *Хокинг, Дж.* Unity – в действии. Мультиплатформенная разработка на C#/ Дж. Хокинг. – Спб.: Питер, 2016. – 336 с.

2. *Руководство* Unity [Электронный ресурс] https://docs.unity3d.com/ru/current/Manual/CreatingScenes.html (дата обращения 29.10.2019 г.)

3. *Матрицы* поворота, углы Эйлера и кватернионы [Электронный ресурс] https://api-2d3d-cad.com/euler_angles_quaternions/ (дата обращения 30.10.2017 г.)

Беккель Людмила Сергеевна - ассистент кафедры «Инструментальная техника и инженерная графика» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: milla2606@rambler.ru

В.В. Сахаров

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ

Начертательная геометрия - это одна из ветвей геометрии, которая занимается вопросами исследования геометрических основ построения изображений предметов на плоскости, вопросами решения пространственных геометрических задач при помощи изображений.

Методы начертательной геометрии являются теоретической базой для решения задач технического черчения. В технике чертежи являются основным средством выражения человеческих идей. Они должны не только определять форму и размеры предметов, но и быть достаточно простыми и точными в графическом исполнении, помогать всесторонне исследовать предметы и их отдельные детали. Для того чтобы правильно выразить свои мысли с помощью рисунка, эскиза, чертежа требуется знание теоретических основ построения изображений геометрических объектов, их многообразие и отношения между ними, что и составляет предмет начертательной геометрии.

Начертательная геометрия входит в группу общетехнических дисциплин, составляющих основу всякого инженерного образования. Она учит грамотно владеть выразительным техническим языком - языком чертежа, умению составлять и свободно читать чертежи, решать различные инженерно-технические задачи.

Кроме того, изучение начертательной геометрии способствует развитию у студентов пространственных представлений и пространственного воображения - качеств, характеризующих высокий уровень инженерного мышления и необходимых для решения прикладных задач. В процессе изучения начертательной геометрии достигаются и другие цели, расширяется общенаучный кругозор студентов, развиваются навыки логического мышления, внимательность, наблюдательность, аккуратность и другие качества, развитие которых является одной из задач обучения и воспитания в высшей технической школе.

К сожалению, изучение начертательной геометрии оказывается достаточно сложным для большинства студентов, так как является абсолютно новой (и по содержанию, и по методу) дисциплиной. У начертательной геометрии нет тесных связей с предметами, изучаемыми в средней школе. Дисциплина рассматривает вначале не какие-то определенные объекты, а абстрактные точки, прямые и плоскости, что требует соответствующей перестройки мышления обучаемых. К тому же, большинство поступивших на первый курс – это молодые люди со слабо развитым пространственным представлением, не изучавших в школе черчения, плохо знающих геометрию, не умеющих организовать самостоятельную работу.

Студенты изучают курс в течении одного семестра, что является очень небольшим сроком для изучения дисциплины, требующей большого внимания и сосредоточенности, абстрактного мышления.

Особую трудность для большинства студентов, изучающих курс начертательной геометрии, представляет мысленное оперирование пространственными фигурами. Развитие у студентов пространственных представлений, пространственного воображения и овладение пространственным мышлением - надежная основа для успешного изучения ими всех инженерных дисциплин по специальности. Практически все действующие в настоящее время программы по дисциплинам чертежно-графического цикла своей целью ставят развитие пространственного воображения студентов, необходимого для формирования творческого мышления специалиста.

Современное инженерное образование невозможно представить без практического использования в учебном процессе новейших достижений научно-технического прогресса, что оказывает большую помощь в усвоении предмета. Обучение с использованием современных информационных технологий, по общепринятому мнению, является наиболее интенсивной формой обучения. Компьютерные технологии позволяют наиболее гибко реагировать на растущие потребности современного студента.

Современные информационные технологии позволяют несколько иначе взглянуть и на методику преподавания этой дисциплины, а также на организацию учебного процесса в целом. Использование в графической подготовке студентов современных технических средств призвано сделать процесс обучения более доступным, интересным, стимулирующим студента к сознательному пониманию учебного материала.

Одним из важнейших элементов учебно-методического комплекса являются электронные издания, мультимедийные и интерактивные обучающие системы.

Информационные технологии прочно вошли во все сферы человеческой деятельности, и современное образование органично связано с ними. Использование информационных технологий значительно расширяет познавательную деятельность и преподавателя, и студентов. Рекомендуется активно применять наряду с классическими педагогическими технологиями инновационные подходы в обучении: на занятиях использовать программное обеспечение персонального компьютера, многочисленные интернет-ресурсы, мультимедийное сопровождение.

В настоящее время все в большей степени в учебном процессе используются интерактивные доски.

Интерактивные доски аккумулируют в себе все существующие возможности современных информационных технологий.

Использование интерактивной технологии в процессе обучения дает возможность:

- повышать заинтересованность студентов в изучении учебной дисциплины; повышать мотивацию обучения.
- воспитывать информационную культуру студентов.
- использовать различные виды информации для восприятия (текстовая, графическая, видео и звуковая);

- наглядно представлять абстрактные объекты, что самое важное, например, плоскость, представить условие задачи, например, пересечение поверхностей и т.д.;

- рассматривать все вопросы с наглядными иллюстрациями, с большим количеством графических примеров, с указанием алгоритмов геометрических построений.

Современные информационные технологии позволяют реализовать наглядность, мультимедийность и интерактивность обучения. Наглядность включает в себя различные виды демонстраций, презентаций, показ графического материала в любом количестве.

Мультимедийность добавляет к традиционным методам обучения использование звуковых, видео и анимационных эффектов.

Интерактивность объединяет все вышеперечисленное и позволяет воздействовать на виртуальные объекты информационной среды, помогает внедрять элементы личностно ориентированного обучения, предоставляет возможность студентам полнее раскрывать свои способности.

При изучении Начертательной геометрии в большом объеме можно демонстрировать графический материал, который при помещении на интерактивную доску позволяет акцентировать внимание на важные детали рисунков. Многие разделы дисциплины напрямую связаны с трехмерными изображениями, и вся информация на интерактивной доске представляет объекты, как на плоскости, так и в пространстве.

Интерактивная доска позволяет в полной мере реализовать дидактические принципы в обучении начертательной геометрии, помогает воспитывать сознательность, активность, самостоятельность студентов. При внедрении интерактивной методики в процессе обучения начертательной геометрии реализуются принципы дидактики: научность, систематичность, последовательность, доступность, прочность усвоения знаний и наглядность. Занятия с использованием интерактивной доски относятся к активным методам обучения, которые способствуют всестороннему развитию личности обучаемых, увеличению познавательного интереса при изучении предмета, повышению заинтересованности студентов в освоении дисциплины, активности на занятии.

Интеграция инновационных и классических педагогических технологий в процессе обучения начертательной геометрии способствует более успешному освоению дисциплины, повышению мотивации обучения, успешной реализации основных дидактических принципов обучения

Список литературы

[1] *Бегенина Л.Ю.* Интерактивная доска как средство организации фронтальной работы // Информатика и образование. 2009. № 7- С 122-123.

[2] *Крапивенко А.В.* Технологии мультимедиа и восприятие ощущений: учеб. пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009-271с.- ISBN 978-5-94774-967-0

Сахаров Владимир Валентинович - старший преподаватель КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vlad.saharov2011@yandex.ru

СЕКЦИЯ 15.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИКИ

Е.К. Кухтина

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ: ВАЖНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ

В современных условиях легко заметить, что первоклассное качество товаров и услуг не может быть достигнуто без квалифицированного менеджмента. Для любой компании жизненно важно поддерживать и развивать эффективную систему менеджмента качества (СМК), которая позволяет развивать действенные способы повышения удовлетворенности потребителей качеством продукции, обеспечивающие рост эффективности и конкурентоспособности организации в современной динамичной бизнес-среде.

Система менеджмента качества выступает качественно новым вектором развития предприятия и организации, что, соответственно, способствует увеличению его доли на рынке в своем сегменте. Однако встречаются некоторые сложности. Очевидно, что внедрение СМК сложный и трудоемкий процесс, включающий в себя целый комплекс работ и затрагивающий, как различные аспекты деятельности предприятия, так и подсистемы системы менеджмента качества. Этот процесс не оставляет без внимания ни одну из сфер деятельности организации, поскольку от слаженности работы всех структурных подразделений зависит качество и цена выпускаемой продукции или услуги.

Современные предприятия и организации находятся на сегодняшний день в весьма сложных условиях, так как каждый день требования к качеству и безопасности возрастают, тем самым заставляют следовать мировым стандартам все более строго. На практике доказано, что наличие СМК на предприятии помогает достигнуть желаемых результатов в увеличении эффективности деятельности предприятия и конкурентоспособности.

Внедрение СМК нужно для повышения конкурентоспособности на рынке. При наличии сертификата ISO: 9001, организация будет являться выгодным партнером и на отечественном и на международном рынке. Сертификат, имеющий репутацию на рынке, даст преимущества при участии в конкурсах и тендерах. Отсюда следует возможность оптимизации организационной структуры управления, документооборота.

Внедренная СМК минимизирует непроизводительные затраты, т.е. брак, рекламации, потери, и позволяет увеличить производительность организации за счет сокращения затрат.

Современная СМК собирает воедино организационную и информационную структуру, структуру документации, а также процессы, влияющие на качество. Это еще раз подтверждает, что процесс внедрения системы менеджмента качества в деятельности организации –сложный и трудоемкий, его невозможно осуществить автономно, не затрагивая никакие сферы деятельности предприятия, либо какие-то пропуская.

В связи с этим важно выделить основные этапы внедрения системы менеджмента качества:

1 этап – детальный анализ сложившейся ситуации в организации;

2 этап – информирование персонала и его обучение в сфере системы менеджмента качества;

3 этап – разработка всей необходимой документации;

4 этап – определение графика внутренних аудитов системы менеджмента качества, а также аудитов с внешней стороны (сотрудников сторонних специализированных организаций).

Перечисленные этапы далеко не в полной мере отражают весь спектр работ, который необходимо осуществить при внедрении системы менеджмента качества. Однако стоит отметить, что самым сложным, наиболее трудоемким является 3 этап внедрения СМК, когда определяются миссия и цели, система показателей и критерии оценки деятельности предприятия в целом и структурного подразделения в отдельности.

Несмотря на то, что современные руководители понимают всю необходимость внедрения данной системы, существует ряд проблем, возникающих на пути внедрения СМК:

1. выход на международный рынок не для всех возможен и требует соблюдения ряда правил и норм, которым современные предприятия не всегда соответствуют;
2. сложность во взаимодействии с государственными органами (получение государственного заказа);
3. требования со стороны заказчиков и законодательства;

В связи с этим некоторые предприятия и организации относятся несколько формально к процессу внедрения СМК. Основная причина заключается в отсутствии четкого понимания значимости этой системы. Эффективная СМК напрямую влияет как на общую эффективность развития компании и увеличение ее стоимости, так и на эффективность развития отдельных компонентов организации. Внедрение СМК дает возможность более полно и эффективно использовать знания, умения и навыки сотрудников. Вовлечение персонала в управление качеством и специально выстроенная система стимулирования повышают удовлетворенность сотрудников и соответственно благотворно влияют на результаты их деятельности.

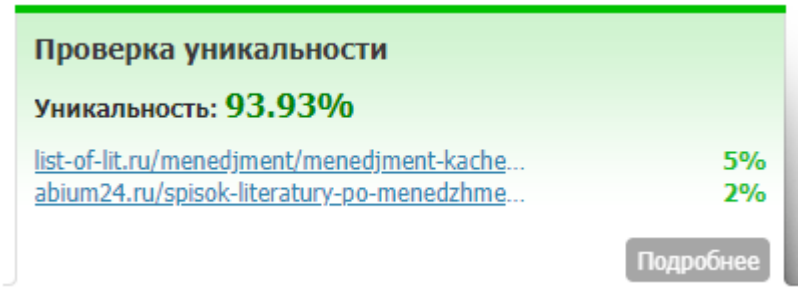
Таким образом, СМК является эффективным инструментом управления организацией. Она позволяет с большей уверенностью отслеживать внутренние процессы, оценивать достижение целей, увидеть улучшения результативности процессов, привлечения и удержания клиентов.

Список литературы

[1]. *Гродзенский С.Я.* Менеджмент качества: Учебное пособие / С.Я. Гродзенский. - М.: Проспект, 2015. - 200 с.

[2]. *Кутафин О.Е.* Документирование системы менеджмента качества / О.Е. Кутафин. - М.: КноРус, 2013. - 192 с.

[3]. *Минько Э.В.* Менеджмент качества: Учебное пособие. Стандарт третьего поколения / Э.В. Минько, А.Э. Минько. — СПб.: Питер, 2016. — 272 с.



Кухтина Елизавета Константиновна - студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: lisakukhtina@mail.ru

СЕКЦИЯ 16.

ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ И ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

М.С. Вишневский, А.А. Тагиев оглы, Т.В. Шафигуллина

ЛИЧНАЯ НЕПРИКОСНОВЕННОСТЬ

Активные политико-экономические преобразования в России начала 90-х гг. XX в. привели к коренным изменениям всей системы ее политического управления, возникновению новых явлений правовой действительности, ориентированных на диспозитивный способ регулирования общественных отношений и большую социальную самостоятельность индивидов. Такой переход нашего общества в качественно новое состояние, по мнению С.С. Алексеева, способствовал появлению новой философии права, опирающейся на признание недопустимости институтов насилия, верховенство права, приоритет личности, ее достоинств и неотъемлемых прав [1].

Современный мир невозможно представить без прав, основанных на принципах свободы, равенства, справедливости и обладающих универсальным характером. Среди них особое значение придается праву на свободу и личную неприкосновенность человека.

Конституция — это документ, в котором закреплены наиболее важные и социально значимые для человека, общества и государства права и свободы.

Государство защищает права и свободы граждан, так как значимость конституционно закрепленных прав выражается в том, что именно их реализация обеспечивает объявление государства как демократического и правового.

Личные права и свободы связаны непосредственно с личностью, не зависят от пола, национальности, вероисповедания, не определяются гражданством, не вытекают из него, а принадлежат человеку от рождения, являются неотчуждаемыми.

Личные права включают: право на жизнь, право на свободу и личную неприкосновенность, на неприкосновенность частной жизни, жилища, свободное передвижение и выбор места жительства, свободу совести, свободу мысли и слова [2].

Неприкосновенность личности означает, что неприкосновенны жизнь, здоровье, физическая свобода, честь, достоинство, имущество и т.д., то есть никто не может противоправно посягать на указанные блага. Неприкосновенность жизни защищается правом на жизнь; неприкосновенность здоровья защищается правом на свободу от пыток, насилия, другого жестокого обращения или наказания; неприкосновенность физической свободы – правом на свободу. Под правом на личную неприкосновенность понимают субъективное право лица на обеспечение его психической и физической неприкосновенности от противоправных посягательств должностных лиц и государственных органов[5] .

Право на свободу означает, что человек имеет право действовать в соответствии со своей волей, без каких-либо ограничений. Личность имеет право выбора, но не может ущемлять права и свободы иных лиц [3].

Право на свободу и неприкосновенность личности ст.22 Конституции РФ подтверждает, что лицо вправе совершать любые действия, не противоречащие закону, и при этом оно не должно подвергаться ограничением [4].

Следовательно, право на свободу и личную неприкосновенность, которое закреплено в ч. 1 ст. 22 Конституции РФ, предполагает обязанность государства обеспечивать гражданину возможность беспрепятственно пользоваться своей физической свободой и защищать ее от противоправных ограничений со стороны кого бы то ни было.

Статья 22, как и ст. 20 и 21, являются гарантирующими нормами. Их назначение состоит в обеспечении предписаний отраслевых норм, регулирующих сферу личной безопасности граждан. По существу они являются установлениями общего характера, которые указывают государству, его органам, общественным организациям и гражданам определенный вариант поведения, направленного на обеспечение условий беспрепятственного пользования правами на жизнь, здоровье и физическую свободу [5].

Право на личную неприкосновенность взаимодействует с правом на свободу и дополняют друг друга. Право на личную неприкосновенность в сочетании с правом на свободу подразумевает гарантии от незаконного вмешательства государства и его должностных лиц в любую сферу жизнедеятельности человека и гражданина. Право на личную неприкосновенность включает в себя физическую безопасность, то есть свободу от задержания, ареста или иного лишения свободы. В силу их тесной взаимосвязи, эти понятия в конституционной практике и в международных правовых документах обычно закрепляются в единой правовой формуле.

Право на свободу и личную неприкосновенность обеспечивается государственными институтами. Важным показателем демократизации общества является уровень реализации права на свободу и личную неприкосновенность.

Констатируя неотчуждаемость и принадлежность прав и свобод человека каждому от рождения, Конституция определяет границы, которые должны обязательно соблюдаться при принятии нормативных актов, так или иначе затрагивающих права и свободы человека и гражданина. Во-первых, перечисляя основные права и свободы человека и гражданина, Конституция предупреждает о недопустимости отрицания или умаления (пренебрежения, недооценки) других общепризнанных прав и свобод человека и гражданина. Во-вторых, Конституция запрещает издание законов, отменяющих или умаляющих права и свободы человека и гражданина. В-третьих, Конституция формулирует цели и общие условия, при наличии которых могут быть ограничены права и свободы гражданина, причем это может быть сделано только федеральным законом. Вводимые ограничения должны быть соразмерны тем целям, для достижения которых они применяются. Согласно Конституции указанные ограничения возможны и допустимы в той мере, в какой это необходимо в целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов других лиц, обеспечения обороны страны и безопасности государства.[3]

Допускаемые Конституцией ограничения прав и свобод в условиях чрезвычайного положения могут быть установлены в пределах и в течение срока, указанных в федеральном конституционном законе. При этом многие права и свободы, предусмотренные Конституцией, не могут быть ограничены даже в условиях чрезвычайного положения.[5]

Личная неприкосновенность человека, как важнейшая составная часть его свободы, обеспечивается нормами Конституции; федерального уголовного закона (уголовная ответственность за покушение на жизнь, здоровье, честь и достоинство человека); федерального гражданского законодательства (об ответственности по обязательствам вследствие причинения вреда; о порядке защиты нематериальных благ, чести и достоинства); законодательства об административной ответственности (за нарушение правил движения на транспорте, за нарушение прав и свобод граждан, за нарушение экологической безопасности и т.п.) [2].

Наконец, систему гарантий устанавливает уголовно-процессуальный закон. Уголовно-процессуальным кодексом, например, предусмотрено, что прокурор обязан немедленно освободить всякого незаконно лишенного свободы или содержащегося под стражей свыше срока, предусмотренного законом или судебным приговором[5].

Является ли проблема свободы и неприкосновенности личности актуальной? Несомненно. Более 30 лет мы живем в демократическом, правовом государстве, но происходят безосновательные задержания граждан сотрудниками полиции, похищение людей для трудовой эксплуатации, пребывание их в состоянии рабов на строительстве, в сельском хозяйстве, имели место случаи торговли людьми. Сеть наполнена информацией об этом, как от правозащитников, так и потерпевших. Для решения таких проблем нужна жесткая политическая воля.

Благодаря нормам Конституции у суда появилось право принимать решение об аресте, заключении под стражу, а также содержании под стражей лиц, подозреваемых и обвиняемых в совершении преступлений. Это положение соответствует Европейской конвенции о защите прав человека и основных свобод [8].

Согласно ч.2 ст. 22 Конституции РФ арест, заключение под стражу и содержание под стражей допускаются только по судебному решению. До судебного решения лицо не может быть подвергнуто задержанию на срок не более 48 часов [4].

Согласно международному пакту о гражданских и политических правах [7] и Европейской конвенции о защите прав и основных свобод [8], каждый арестованный должен знать основания и причины его ареста, иметь доступ к материалам дела, которые используют при решении вопроса о содержании лица под стражей, иметь право воспользоваться услугой адвокатов.

Уведомление о задержании является важным фактором соблюдения принципа неприкосновенности личности, а также законности ограничения ее

свободы, соблюдения принципов и норм международного права, обеспечения доступа граждан к правосудию.

Порядок задержания граждан закреплен в статье 14 Федерального закона “О полиции”, предусматривающей, что до судебного решения в определенных законом случаях лицо не может быть подвергнуто задержанию на срок свыше 48 часов [6].

Обычно основанием для задержания является совершение лицом какого-либо правонарушения. Задержанное лицо имеет право пользоваться услугами адвоката и, если потребуется переводчиком с момента задержания. В каждом случае задержания сотрудник полиции должен разъяснить задержанному его право на юридическую помощь.

Задержанное лицо в кратчайший срок, но не позднее трёх часов с момента задержания, имеет право на один телефонный разговор в целях уведомления близких о своем задержании и месте нахождения.

Усилением гарантий свободы личности служит Федеральный закон от 15 июля 1995 г. Содержание под стражей осуществляется в соответствии с принципами законности, равенства всех граждан перед законом, гуманизма, уважения человеческого достоинства, а также международными договорами РФ и не должно сопровождаться пытками, иными действиями, имеющими целью причинение физических или нравственных страданий подозреваемым и обвиняемым в совершении преступлений, содержащимся под стражей (ст. 4). Закон определяет места содержания под стражей, порядок создания следственных изоляторов и других аналогичных учреждений, режим в местах содержания под стражей, внутренний распорядок, а также права подозреваемых и обвиняемых и их обеспечение. Среди этих прав: свидания с защитником и родственниками, право на личную безопасность, переписка, питание, право жалобы, медико-санитарное обеспечение, дополнительные платные услуги, привлечение к труду и пр. Установлены обязанности этих лиц, меры взыскания, содержание в карцере, материальная ответственность, применение физической силы и оружия и пр.[9].

Право на свободу и личную неприкосновенность – одна из существенных гарантий прав личности. Поэтому его нарушение может свидетельствовать о несоблюдении прав человека. Уровень реализации права на свободу и личную неприкосновенность, его защиты и гарантированности нормами права является важным показателем демократизации общества, служит необходимой предпосылкой становления и формирования правового государства. Поэтому государство и все его структуры должны быть заинтересованы в реализации права на свободу и личную неприкосновенность.

Список литературы

[1]. *Алексеев С.С.* Второе возрождение // Вестник Гуманитарного университета. – 1996. – № 1. – С. 5-19.

[2]. *Конституционное* право: учебник / коллектив авторов; отв. ред. В.В. Комарова. — М.: КНОРУС, 2017. — 280 с.

[3]. *Авакьян С. А.* Конституционное право России. Учебное пособие. В 2 томах. Том 1 / С.А. Авакьян. – М.: Инфра-М, Норма, 2018. – 864 с.

[4]. *Конституция* РФ: Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. // Собрание законодательства РФ. — 2014. — № 31. — Ст. 4398.

[5]. *Комментарий* Конституции РФ (под общ. ред. Л.В. Лазарева). - ООО "Новая правовая культура", 2009.

[6]. *Федеральный* закон от 7 февраля 2011 г. № 3-ФЗ «О полиции» // СЗ РФ от 14 февраля 2011 г. № 7 ст. 900

[7]. *Международный* пакт о гражданских и политических правах (Нью-Йорк, 19 декабря 1966 г.) // Библиотечка "Российской газеты". 1999. № 22-23.

[8]. *Федеральный* закон от 30 марта 1998 г. № 54-ФЗ «О ратификации Конвенции о защите прав человека и основных свобод и Протоколов к ней» // Бюллетене международных договоров. – 1998. – № 6.

[9]. *Федеральный* закон от 15 июля 1995 г. №103-ФЗ "О содержании под стражей подозреваемых и обвиняемых в совершении преступлений" (с изменениями и дополнениями) // СЗ РФ. – 1995 – № 29. – Ст. 2759.

Вишневский Михаил Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mishavishnevskiy74@gmail.com

Тагиев Али Анар оглы - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: taqali777@gmail.com

Шафигуллина Татьяна Владимировна - доцент, канд. ист. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия. E-mail: tania56_09@mail.ru

М.С. Вишневский, А.А. Тагиев оглы, Т.В. Шафигуллина

МРОТ: НОРМЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРАВА И РОССИЙСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

Обязательность установления минимального размера оплаты труда (МРОТ) в Российской Федерации предусмотрена Конституцией РФ [1], ее статьями 7 и 37. В соответствии с Трудовым кодексом РФ (ст. 130) МРОТ представляет собой одну из основных государственных гарантий по оплате труда.

Реализация конституционного положения МРОТ оформлена федеральным законом № 82-ФЗ «О минимальном размере оплаты труда» и составил 132 руб. в месяц [2]. Величина МРОТ не оставалась неизменной. Согласно ст. 1 Федерального закона «О минимальном размере оплаты труда» в ред. 25.02.2018 г. с 1 января 2019 года МРОТ в России составляет 11 280 руб. в месяц.

В сентябре 2007 года вступил в силу закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О минимальном размере оплаты труда». Его целью была децентрализация решений по МРОТ. В результате регионы стали устанавливать собственный МРОТ. К концу 2007 года 27% регионов ввели МРОТ, который превышает федеральный уровень [3]. Если региональный МРОТ не установлен, то применяется федеральный.

Правовое регулирование МРОТ основывается не только на нормах российского законодательства, но и тесно связано с международными нормами. В этой связи, актуальность приобретает соответствие национальной и международной величины МРОТ.

Практика законодательного регулирования минимальной заработной платы имеет длительную историю. Она возникла в 1896 году в Австралии, где были созданы советы по вопросам заработной платы из представителей предпринимателей, рабочих и общественности. Эти советы были уполномочены устанавливать справедливую минимальную заработную плату для всех отраслей. Затем Законы о минимальной заработной плате были приняты и в других европейских странах, напр., в Германии, Испании, Франции [4].

Впоследствии названная практика была обобщена экспертами Международной организации труда (МОТ), и в 1928 г. принята Конвенция МОТ № 26 «О создании процедуры установления минимального размера оплаты труда». Согласно этой Конвенции, установленный минимум заработной платы является обязательным для соответствующих предпринимателей и трудящихся и не подлежит снижению ни по индивидуальному соглашению, ни по коллективному договору (статья 3). Аналогичное правило содержится в Конвенции МОТ от 22 июня 1962 года № 117 «Об основных целях и нормах социальной политики» [4].

Позднее ст. 2 Конвенции МОТ № 131 «Об установлении минимальной заработной платы с особым учетом развивающихся стран» подчеркнула юридическое значение минимальной заработной платы [4]: она не подлежит по-

нижению, следовательно, работодатель не вправе платить работнику заработную плату ниже такого предела.

Россией, рассматриваемая Конвенция МОТ, не ратифицирована, но в законодательстве данное положение отображено, напр., в Трудовом кодексе РФ.

В соответствии с международными стандартами уровень минимальной зарплаты рассматривается как нижняя граница, гарантирующая удовлетворение основных жизненных потребностей не только трудящегося, но и его семьи. В Рекомендации Международной организации труда от 22.06.1970 г. № 135 «Об установлении минимальной заработной платы с особым учетом развивающихся стран» сформулированы критерии определения уровня минимальной заработной платы, процедура внесения в нее изменений: «При определении уровня минимальной заработной платы необходимо принимать во внимание в числе других следующие критерии:

а) потребности трудящихся и их семей;

б) общий уровень заработной платы в стране;

в) стоимость жизни и изменения в ней;

г) пособия по социальному обеспечению;

д) сравнительный уровень жизни других социальных групп;

е) экономические факторы, включая требования экономического развития, уровень производительности труда и желательность достижения и поддержания высокого уровня занятости» [5].

Кроме того, в данной Рекомендации обращено внимание, что «установление минимальной заработной платы должно быть одним из элементов политики, направленной на борьбу с нищетой и на обеспечение удовлетворения потребностей всех трудящихся и их семей».

Для России борьба с бедностью также относится к числу приоритетных. По словам Президент РФ: «Нужно продолжить работу по снижению количества людей, имеющих доходы ниже прожиточного минимума, снизить бедность, уровень и массовость, масштаб которой представляет угрозу для стабильности и единства нашего общества» [6].

Статья 3 Конвенции Международной организации труда № 131 при определении уровня минимальной заработной платы также предлагает учитывать потребности не только трудящихся, но и их семей, принимая во внимание общий уровень заработной платы в стране, стоимости жизни, социального пособия, сравнительный уровень жизни других социальных групп, уровень производства и уровень занятости [5].

Итак, согласно международным правовым актам, минимальная заработная плата должна устанавливаться, с одной стороны, с учетом интересов работников, а также членов их семей, а с другой — с учетом интересов экономического развития. Именно от социально-экономического положения страны в конечном итоге зависит определение критериев установления минимального уровня основных жизненных потребностей трудящихся.

Рассмотренные международные правовые акты непосредственно не называют жизненно важные потребности, необходимые для поддержания дос-

тойного уровня жизни. В отличие от актов Международной организации труда перечень последних содержит Всеобщая декларация прав человека 1948 г., принятая Генеральной Ассамблеей ООН [7]. Так в ней указывается, что каждый человек имеет право на жизненный уровень, включая пищу, одежду, жилище, медицинский уход и необходимое социальное обслуживание, необходимый для поддержания здоровья и благосостояния его самого и его семьи.

Международный пакт от 16.12.1966 «Об экономических, социальных и культурных правах» закрепляет право каждого на достаточный жизненный уровень для него и его семьи, включающий достаточное питание, одежду и жилище, и на непрерывное улучшение условий жизни. Тем самым минимальный размер оплаты труда призван выполнять функцию обеспечения достойного уровня жизни.

Абсолютная величина МРОТ является неудобным мерилом для анализа последствий в экономике с учётом мирового опыта и сравнений между регионами, поскольку уровень развития, и, как следствие, абсолютный размер доходов может отличаться по странам и регионам. Наиболее адекватным показателем является Индекс Кейтца, то есть соотношение между минимальной и средней заработными платами. Индекс Кейтца по рекомендациям МОТ должен составлять 50%, а Европейского союза 60%.

Так, Комитет по социальным правам Совета Европы, комментируя ст.4 Европейской социальной хартии (которую подписала и Россия), подчеркивает, что соотношение минимальной и средней заработной платы (за вычетом налогов) не должно быть ниже 60%. Только в отдельных случаях допустимо его понижение до 50%. Индекс Кейтца в России по состоянию на июнь 2019 года составляет около 22,86% [7].

Положениям о минимальной заработной плате дается сила закона, нарушение которого влечет за собой соответствующие правовые и другие санкции. Тем самым устанавливается необходимость введения специальной правовой защиты минимальной заработной платы. Кроме того, для предотвращения нарушений в рассматриваемой области должны быть приняты также специальные меры, заключающиеся в проведении мероприятий, имеющих целью постоянно держать предпринимателей и трудящихся в курсе находящихся в силе минимальных ставок, а также в обеспечении официального надзора за действительно выплачиваемой заработной платой и др. [7].

На основании проведенного анализа международных правовых актов выделим основные характеристики минимального размера оплаты труда:

1) минимальный размер оплаты труда должен устанавливаться с целью обеспечения достойного уровня жизни не только работника, но и членов его семьи;

2) критерии установления минимального уровня основных жизненных потребностей работников могут быть различными, но при этом необходим учет не только интересов работников, но и интересов работодателей. Последние, в свою очередь, должны определяться общим экономическим развитием страны;

3) допустимо установление единого минимального размера оплаты труда по стране и дифференцированных размеров в зависимости от стоимости жизни в регионах, а также для отдельных групп населения;

4) в условиях правового регулирования минимальный размер оплаты труда не только на законодательном, но договорном уровнях важным представляется установление обязанности работодателя по постоянному информированию работников в отношении действующих размеров минимальных заработных плат.

В России не раз проводились эксперименты прожить на минимальный размер оплаты труда, чтобы в действительности показать крайне сложное положение граждан, живущих на МРОТ.

Мы прошли долгий путь доведения показателей МРОТ до официального прожиточного минимума.

Отличительной особенностью последнего МРОТ, согласно статье 1 закона о МРОТ № 82-ФЗ (в ред. 25.02.2018 г.), с 1 января 2019 года минимальный размер оплаты труда фиксируется федеральным законом в размере величины прожиточного минимума трудоспособного населения в целом по России за второй квартал предыдущего года.

Пока рано говорить о соответствии нормам международного права.

Низкий индекс Кейтца приводит к сохранению бедности, отсутствии материальной защищённости населения в целом и социально-уязвимых групп населения в частности, высокому показателю степени расслоения общества, тормозит рост зарплат, пособий, пенсий, социальных выплат в стране, повышению производительности труда, внедрению новых технологий, недоверию населения к государственным институтам и другим негативным последствиям.

По данным Росстата, число россиян с доходом ниже прожиточного минимума составляет более 20 млн человек. Этот показатель за I квартал текущего года в сравнении с аналогичным периодом 2018 года вырос с 13,9% до 14,3%. На совещании с правительством по экономическим вопросам глава государства обеспокоился тем, что реальные доходы граждан растут очень медленно.

В начале 2019 года предложение председателя Федерации независимых профсоюзов России М. Шмакова увеличить МРОТ до 25000 руб., поддержал председатель комитета Госдумы по труду и социальной политике Ярослав Нилов, но предложение было отклонено Госдумой.

Однако, вопрос об увеличении МРОТ имеет своё решение, хотя и не столь кардинальное: Кабинет министров внес на рассмотрение Госдуме законопроект об увеличении МРОТ с 1 января 2020 года во всех регионах страны, который составит 12 130 руб. [9].

Список литературы

[1]. *Конституция* РФ: принята всенародным голосованием 12.12.1993 г. (с учетом поправок от 21.07.2014 г.) // СЗ РФ. – 2014. – № 31. – Ст. 4398

[2]. *Федеральный* закон от 19.06.2000 № 82-ФЗ «О минимальном размере оплаты труда» // СЗ РФ. – 2000. – № 26. – Ст. 2729.

[3]. *Федеральный* закон от 20.04.2007 г. № 54-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О минимальном размере оплаты труда" // СЗ РФ. – 2007. – №17 – Ст. 1930.

[4]. *Лютов Н. Л.* Эффективность норм международного трудового права. — М.: Издательство «Проспект». – 2013. – 506 с.

[5]. *Томашевский К.Л.* Международное трудовое право как феномен правовой действительности // Трудовое право в России и за рубежом. - 2010. – № 4.

[6]. Саммит Россия – Африка. // Известия. – 24.10.2019. – URL:// https://iz.ru/

[7]. *Всеобщая* декларация прав человека 1948 г., принятая Генеральной Ассамблеей ООН // Библиотечка «Российская газета». – 1995. – № 11.

[8]. *Международный* пакт от 16.12.1966 «Об экономических, социальных и культурных правах» // Ведомости Верховного Совета СССР. – 1976. – № 17(1831).

[9]. *Ключевская Н.* МРОТ – 2020. – URL://www.garant.ru.

Вишневский Михаил Сергеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mishavishnevskiy74@gmail.com

Тагиев Али Анар оглы - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: taqali777@gmail.com

Шафигуллина Татьяна Владимировна - доцент, канд. ист. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия. E-mail: tania56_09@mail.ru

М.А. Карпов, А.А. Титков, Т.В. Шафигуллина

ПРАВА ГРАЖДАН НА ОХРАНУ ЗДОРОВЬЯ И МЕДИЦИНСКУЮ ПОМОЩЬ

Здоровье - одно из высших благ человека, без которого могут утратить значение многие другие блага, возможность пользоваться другими правами (выбор профессии, свобода передвижения и др.). В Уставе Всемирной организации здравоохранения здоровье определяется как состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только как отсутствие болезней и физических дефектов. О праве на охрану здоровья и медицинскую помощь говорится в ст. 12 Международного пакта об экономических, социальных и культурных правах.

Здоровье населения является одной из основ национальной безопасности. С учетом этого обстоятельства в России принята и действует национальная программа в области здравоохранения.

Социально-экономические условия жизни населения в России, хотя и постоянно улучшаются, но до сих пор 20,3 млн. населения находится за «чертой бедности», а медицинское обслуживание имеет существенные недостатки. Расходы на здравоохранение в России значительно ниже, чем в странах «Группы семи» [4]. Об этом сообщила Счетная палата РФ в заключении на проект федерального закона «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов». Расходы федерального бюджета на здравоохранение планируются на 2020 год на уровне 0,9% ВВП, что на 0,2 процентного пункта выше, чем в 2019 году. При этом в Великобритании в 2018–2019 финансовом году фактические расходы на здравоохранение составили 7,2% ВВП, в США на 2020–2022 годы на обязательные расходы на здравоохранение предусмотрено 10,1% ВВП ежегодно, во Франции в 2020 году – 8% ВВП [5].

Каждый гражданин России имеет право на медицинскую помощь в гарантированном объеме, оказываемую без взимания платы в соответствии с программой государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи, а также на получение платных медицинских услуг и иных услуг, в том числе в соответствии с договором добровольного медицинского страхования [1].

Право на медицинскую помощь иностранных граждан, проживающих и пребывающих на территории Российской Федерации, устанавливается законодательством Российской Федерации и соответствующими международными договорами Российской Федерации.

Лица без гражданства, постоянно проживающие в Российской Федерации, пользуются правом на медицинскую помощь наравне с гражданами Российской Федерации.

При этом пациент имеет право на:

· выбор врача и выбор медицинской организации в соответствии с настоящим Федеральным законом;

· профилактику, диагностику, лечение, медицинскую реабилитацию в медицинских организациях в условиях, соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям;

· получение консультаций врачей-специалистов;

· облегчение боли, связанной с заболеванием и (или) медицинским вмешательством, доступными методами и лекарственными препаратами;

· получение информации о своих правах и обязанностях, состоянии своего здоровья, выбор лиц, которым в интересах пациента может быть передана информация о состоянии его здоровья;

· получение лечебного питания в случае нахождения на лечении в стационарных условиях;

· защиту сведений, составляющих врачебную тайну; отказ от медицинского вмешательства; возмещение вреда, причиненного здоровью при оказании ему медицинской помощи;

· допуск к нему адвоката или законного представителя для защиты своих прав;

· допуск к нему священнослужителя, а в случае нахождения пациента на лечении в стационарных условиях - на предоставление условий для отправления религиозных обрядов, проведение которых возможно в стационарных условиях, в том числе на предоставление отдельного помещения, если это не нарушает внутренний распорядок медицинской организации [2].

Необходимым предварительным условием медицинского вмешательства является дача информационного добровольного согласия гражданина или его законного представителя на медицинское вмешательство на основании предоставленной медицинским работником в доступной форме полной информации о целях, методах оказания медицинской помощи, связанном с ними риске, возможных вариантах медицинского вмешательства, о его последствиях, а также о предполагаемых результатах оказания медицинской помощи [3].

При отказе от медицинского вмешательства гражданину в доступной для него форме должны быть разъяснены возможные последствия такого отказа.

Медицинское вмешательство без согласия гражданина, одного из родителей или иного законного представителя допускается:

- если медицинское вмешательство необходимо по экстренным показаниям для устранения угрозы жизни человека и если его состояние не позволяет выразить свою волю или отсутствуют законные представители;

- в отношении лиц, страдающих заболеваниями, представляющими опасность для окружающих;

- в отношении лиц, страдающих тяжелыми психическими расстройствами;

- в отношении лиц, совершивших общественно опасные деяния (преступления);
- при проведении судебно-медицинской экспертизы и (или) судебно-психиатрической экспертизы.

При оказании гражданину медицинской помощи в рамках программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи он имеет право на выбор медицинской организации и на выбор врача с учетом согласия врача[2].

Для получения первичной медико-санитарной помощи гражданин выбирает медицинскую организацию, в том числе по территориально-участковому принципу, не чаще чем один раз в год (за исключением случаев изменения места жительства или места пребывания гражданина).

Оказание первичной специализированной медико-санитарной помощи осуществляется:

- по направлению врача-терапевта участкового, врача-педиатра участкового, врача общей практики (семейного врача), фельдшера, врача специалиста:
- в случае самостоятельного обращения гражданина в медицинскую организацию.

Для получения специализированной медицинской помощи в плановой форме выбор медицинской организации осуществляется по направлению лечащего врача.

Медицинская помощь в неотложной или экстренной форме оказывается гражданам с учетом соблюдения установленных требований к срокам ее оказания [6].

При выборе врача и медицинской организации гражданин имеет право на получение информации в доступной для него форме о медицинской организации, об осуществляемой ею медицинской деятельности и о врачах, об уровне их образования и квалификации.

При оказании гражданам медицинской помощи в рамках практической подготовки обучающихся по профессиональным образовательным программам медицинского образования пациент должен быть проинформирован об участии обучающихся в оказании ему медицинской помощи и вправе отказаться от участия обучающихся в оказании ему медицинской помощи. В этом случае медицинская организация обязана оказать такому пациенту медицинскую помощь без участия обучающихся.

Каждый имеет право получить в доступной для него форме имеющуюся в медицинской организации информацию о состоянии своего здоровья, в том числе сведения о результатах медицинского обследования, наличии заболевания, об установленном диагнозе и о прогнозе развития заболевания, методах оказания медицинской помощи, связанном с ними риске, возможных видах медицинского вмешательства, его последствиях и результатах оказания медицинской помощи [3].

Информация о состоянии здоровья предоставляется пациенту лично лечащим врачом или другими медицинскими работниками, принимающими непосредственное участие в медицинском обследовании и лечении.

Информация о состоянии здоровья не может быть предоставлена пациенту против его воли. Пациент либо его законный представитель имеет право непосредственно знакомиться с медицинской документацией, отражающей состояние его здоровья, получать на основании такой документации консультации у других специалистов.

Пациент либо его законный представитель имеет право на основании письменного заявления получать отражающие состояние здоровья медицинские документы, их копии и выписки из медицинских документов.

Граждане имеют право на получение достоверной и своевременной информации о факторах, способствующих сохранению здоровья или оказывающих на него вредное влияние, включая информацию о санитарно-эпидемиологическом благополучии района проживания, состоянии среды обитания, рациональных нормах питания, качестве и безопасности продукции производственно-технического назначения, пищевых продуктов, товаров для личных и бытовых нужд, потенциальной опасности для здоровья человека выполняемых работ и оказываемых услуг [2].

В целях охраны здоровья и сохранения способности к труду, предупреждения и своевременного выявления профессиональных заболеваний работники, занятые на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами, проходят обязательные медицинские осмотры.

В целях охраны здоровья работодатели вправе вводить в штат должности медицинских работников и создавать подразделения (кабинет врача, здравпункт и другие подразделения), оказывающие медицинскую помощь работникам организации. Порядок организации деятельности таких подразделений и медицинских работников устанавливается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти [6].

Работодатели обязаны обеспечивать условия для прохождения работниками медицинских осмотров и диспансеризации, а также беспрепятственно отпускать работников для их прохождения.

Граждане в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации, обязаны проходить медицинские осмотры, а граждане, страдающие заболеваниями, представляющими опасность для окружающих, обязаны проходить медицинское обследование и лечение, а также заниматься профилактикой этих заболеваний.

Граждане, находящиеся на лечении, обязаны соблюдать режим лечения, правила поведения пациента в медицинских организациях.

Граждане имеют право на создание общественных объединений по защите прав граждан в сфере охраны здоровья, формируемых на добровольной основе.

Таким образом, гражданин в системе здравоохранения определяется по факту обращения в соответствующие учреждения, как пациент - физическое

лицо, которому оказывается медицинская помощь или которое обратилось за оказанием медицинской помощи независимо от наличия у него заболевания и от его состояния.

Президент РФ В.В. Путин назвал здравоохранение среди приоритетных отраслей [4]. Перед российской медициной стоят проблемы, требующие решения: ликвидации кадрового дефицита, увеличении охвата населения профосмотрами (не реже одного раза в год), обеспечении доступности первичной медико-санитарной помощи, оптимизации работы медорганизаций, увеличении объема экспорта медуслуг.

Список литературы

[1]. *Конституция* РФ: принята всенародным голосованием 12.12.1993 (с учетом правок от 21.07.2014 г.)// СЗ РФ. - 2014. - № 31- Ст.4398.

[2]. *Федеральный* закон от 21 ноября 2011 г. N 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"// «Российская газета» от 23 ноября 2011 г. - № 263.

[3]. *Постатейный* комментарий к Конституции РФ Текст. / Под общ. ред. В.Д. Карповича. - М.:Юрайт-М, 2012. - 917 с.

[4]. *Здоровье* требует средств // Коммерсантъ. - 27.02.2019. - № 35 (6515)

[5]. *Улумбекова Г.Э.* Бюджет здравоохранения РФ на 2018–2020 гг. // Вестник_ВШОУЗ. – 2017. – № 4.

[6]. *Денисов Б. П.* Оценка состояния здоровья населения России // Международный журнал медицинской практики. – 2005. – № 3.

Карпов Максим Алексеевич- студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: karpovmaksim.ru@mail.ru

Титков Александр Александрович - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: titkov.s@bk.ru

Шафигуллина Татьяна Владимировна - доцент, канд. ист. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия. E-mail: tania56_09@mail.ru

А.А. Артемова, Т.В. Шафигуллина

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СФЕРЕ СОЦИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Преобразования, как в социальной сфере, так и кардинальные изменения в области экономики, предопределены необходимостью реализации конституционного положения (ст.7) о признании России социальным государством [1].

Социальному государству соответствуют два критерия: первый - это политика создания условий, которые обеспечивают достойную жизнь и свободное развитие человека; второй – деятельность государства в отношении отдельных групп и слоев населения, направленная на установление различных гарантий социальной защиты [2].

Вхождение России в рыночные экономические отношения и возникновения сложного комплекса социальных проблем свидетельствуют о потребности дальнейшего развития и совершенствования всех способов и механизмов социальной защиты на основе, в том числе и правовых.

В соответствии с п. 4 ст. 15 Конституции РФ общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы.

Конституция, признавая право каждого гражданина на социальное обеспечение, одновременно возлагает на государство обязанность создавать все необходимые условия для осуществления □□□го права. Закрепление в Конституции гарантий социального обеспечения с□□□в□□с□вует положениям международно-правовых актов: Всеобщей декларации прав человека (ст. 22 и 25); Международного пакта об экономических, социальных и культурных правах (ст. 9, ч. 1 - 3 ст. 10), который был ратифицирован Президиумом Верховного Совета СССР 18 сентября 1973 г.

Так Конвенция № 117 Международной организации труда (МОТ) «Об основных целях и нормах социальной политики» (1962 г.) закрепляет важное положение, согласно которому повышение жизненного уровня рассматривается в качестве основной цели при планировании экономического развития, Конвенция № 118 регулирует вопрос о равноправии в социальном обеспечении. Важное значение играют рекомендации МОТ, напр., Рекомендация № 167 «О сохранении прав в области социального обеспечения» (1983 г.) и др.

В современном обществе выделяются основные признаки социального обеспечения:

1) государственный характер организационно - правовых способов распределения общественного продукта через систему социального обеспечения;

2) законодательное закрепления списка социальных рисков, признаваемых государством в качестве причин для предоставления разновидностей социального обеспечения;

3) закрепление правовых норм в договорах, утвержденных государством, для круга лиц, подлежащих обеспечению;

4) установление государством социального стандарта обеспечения, ниже которого оно не может быть, путем закрепления в законах видов, уровня и условий предоставления обеспечения [2].

Наличие признаков социального обеспечения позволяет сформулировать её понятие. Социальное обеспечение – сложное явление, выполняющее функции определения цели материальной поддержки народных масс.

В сфере права социального обеспечения действует большое количество законов. Однако для данной отрасли характерным является то, что отсутствует единый кодифицированный источник, регулирующий весь комплекс общественных отношений, составляющий предмет права социального обеспечения. Права граждан на тот или иной вид социального обеспечения закреплены в федеральных законах, напр., регулирующих пенсионное обеспечение (ФЗ № 167 - государственное пенсионное обеспечение; ФЗ № 173 – трудовая пенсия). [3;4]

Государственное социальное обеспечение – система распределительных отношений, в процессе которых за счет части национального дохода образуются и используются фонды денежных средств для материального обеспечения граждан в случаях, установленных законодательством [2]: по достижении определённого возраста, в случае инвалидности, потери кормильца, временной неспособности к труду, воспитания детей, охраны здоровья людей и других

Пенсия - это регулярная денежная выплата, предоставляемая в целях возмещения гражданам заработной платы или иного дохода, которая производится в установленном законом порядке определенным категориям лиц из специальных фондов [2].

Трудовая пенсия - это ежемесячная денежная выплата, которая производится в целях компенсации гражданам заработной платы или иного дохода, который получали застрахованные лица перед установлением им трудовой пенсии либо утратили нетрудоспособные члены семьи застрахованных лиц в связи со смертью этих лиц, право на которую определяется в соответствии с условиями и нормами, установленными федеральным законом [2].

Пособие - это денежная выплата (единовременная или периодическая), которая назначается отдельным категориям граждан в порядке и размерах установленных законодательством, с целью оказания

дополнительной материальной помощи, и являются дополнительным к иному постоянному и основному источнику существования.

Компенсации - это денежные выплаты, адресованные лицам, нуждающимся в социальной поддержке по обстоятельствам, не зависящим от воли получателя. Среди них можно назвать следующие виды компенсаций: матерям, осуществляющим уход за ребенком до достижения им полутора лет, студентам, находящимся в академическом отпуске по медицинским показателям и другим [2].

Социальное обслуживание - это деятельность социальных служб по поддержке, оказанию социально-бытовой, социально-медицинской, психолого-педагогической, социально-правовой услуг и материальной помощи, проведению социальной адаптации и реабилитации граждан, находящихся в трудной жизненной ситуации [2]. К основным видам социального обслуживания относятся: социальное обслуживание на дому, социальное обслуживание в стационарных учреждениях, временный приют, дневное пребывание в учреждениях социального обслуживания, консультативная помощь, реабилитационные услуги.

Важнейшим условием для реализации закреплённых в Конституции прав и свобод человека и гражданина является проведение социальной политики, признающей за каждым членом общества право на такой жизненный уровень (включая пищу, одежду, жилище, медицинский уход и необходимое социальное обслуживание), который необходим для поддержания здоровья и благосостояния его самого и его семьи, когда он работает, а также в случае безработицы, болезни, инвалидности, вдовства, старости [2].

Конституция закрепляет также правовой статус граждан в сфере социального обеспечения: каждому гарантируется социальное обеспечение по возрасту, в случае болезни, инвалидности, потери кормильца, для воспитания детей и иных случаях, установленных законом; право на охрану здоровья и медицинскую помощь, которая в государственных и муниципальных учреждениях здравоохранения оказывается гражданам бесплатно; право на защиту от безработицы; материнство и детство. Однако реальное положение с гарантированностью тех прав, которые законодательно закреплены, таково, что эти права носят скорее декларативный характер. Предоставляемые гражданам социальные выплаты и услуги не отвечают реальным требованиям и не позволяют решать актуальные задачи в полной мере.

Право на социальное обслуживание имеют все граждане, находящиеся в трудной жизненной ситуации.

Социальное обслуживание осуществляется в различных формах:

а) предоставление материальной помощи в виде денежных средств, продуктов питания, средств гигиены, одежды и др. Порядок предоставления такой помощи определяется органами власти субъектов;

б) социальное обслуживание на дому путем оказания различных услуг (доставка продуктов, содействие в получении медицинской помощи, поддержка условий проживания и др.);

в) полу стационарное социальное обслуживание представляет собой бытовое, медицинское и культурное обслуживание, организацию питания и отдыха, обеспечение в посильной трудовой деятельности, подчинённых органам социальной защиты;

г) социальное обслуживание в стационарных учреждениях различного типа и вида нуждающихся граждан, когда им нужен постоянный посторонний уход. Всего предусмотрено 10 видов стационарных учреждений, в том

числе реабилитационные центры для несовершеннолетних, детские дома-интернаты для детей с физическими недостатками;

д) предоставление временного приюта для детей-инвалидов.

При этом основные формы социального обслуживания, кроме материальной и консультативной помощи, оказываются на договорной основе и, как правило, за плату (за исключением детей-инвалидов).

Согласно ч. 3 ст. 39 Конституции поощряются добровольное социальное страхование, создание дополнительных форм социального обеспечения и благотворительность.

Принят Федеральный закон о благотворительной деятельности и благотворительных организациях [6], одной из целей которого является социальная поддержка и защита граждан, включая улучшения материального положения малообеспеченных, социальную реабилитацию безработных инвалидов и иных лиц, которые в силу своих физических или интеллектуальных особенностей, иных обстоятельств не способны самостоятельно реализовывать свои права и законные интересы.

Дополнительное, негосударственное социальное обеспечение и благотворительность не получили пока массового распространения и существенно не сказываются на уровне материальной обеспеченности граждан. При этом следует отметить, что поощрение государством дополнительных форм социального обеспечения и благотворительности нацелено на улучшение жизни нетрудоспособных граждан за счет привлечения нетрадиционных для России финансовых источников. Развитие в перспективе данных новых форм не может служить основанием для свертывания государственного социального обеспечения или понижения его уровня.

Главной универсальной гарантией социального обеспечения является экономика страны, основная функция которой состоит в том, чтобы постоянно создавать блага, необходимые для жизнедеятельности людей. Одним из важных факторов оценки уровня жизни, влияющих на эффективность социального обеспечения, является такой социальный норматив, как прожиточный минимум.

24 октября 1997 года принят федеральный закон «О прожиточном минимуме в Российской Федерации». Этот закон направлен на установление правовой основы для определения прожиточного минимума и его учёта при предоставлении гражданам Российской Федерации государственных гарантий получения минимальных денежных доходов при осуществлении мер их социальной поддержки.

Прожиточный минимум имеет большое значение не только для определённого количества граждан, живущих за чертой бедности, но и для оказания адресной социальной помощи лицам с низким уровнем дохода.

Вместе с тем с каждым годом жизнь в России становится всё дороже. Именно этим и объясняются регулярные прибавки к прожиточному минимуму. Интернет наполнен результатами экспериментов «Прожить на прожиточный минимум», который в различных регионах России от 8503 до 21 441 рублей на

2019 год. По сравнению с 2014 годом прожиточный минимум вырос на 3,5 тысячи рублей. Ситуация медленно исправляется, но для некоторых категорий граждан социальные пособия остаются основным источником жизни.

Список литературы

[1]. *Конституция* РФ Конституция РФ: принята всенародным голосованием 12.12.1993 (с учетом правок от 21.07.2014 г.) // СЗ РФ. - 2014. - № 31- Ст.4398.

[2]. *Постатейный* комментарий к Конституции РФ Текст. / Под общ. ред. В.Д. Карповича. - М.:Юрайт-М, 2012. - 917 с.

[3]. *Федеральный* закон «О государственном пенсионном обеспечении в Российской Федерации» от 15.12.2001. №166-ФЗ // СЗ РФ. – 2001. – №51. – Ст.4831

[4]. *Федеральный* закон «О трудовых пенсиях в Российской Федерации» от 17.12.2001 №173-ФЗ //СЗ РФ. – 2001. – №52(1). – Ст.4920

[5]. *Федеральный* закон "Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации" от 15.12.2001 №167-ФЗ //СЗ РФ. – 2001. – №.514 – Ст. 4832

[6]. *Федеральный* закон «О благотворительной деятельности и благотворительных организациях» от 11.08.1995 № 135-ФЗ// СЗ РФ. – 1995. - № 33. – Ст. 3340.

Артемова Анна Александровна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: AnArtAl@mail.ru

Шафигуллина Татьяна Владимировна - доцент, канд. ист. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия. E-mail: tania56_09@mail.ru

М.А. Карпов, А.А. Титков, Т.В. Шафигуллина

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО ПРАВА В 1-Й ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА

Процесс реформирования современного российского законодательства является одной из актуальных проблем российского права. И здесь законодатели сталкиваются с целым рядом проблем, прежде всего связанных с систематизацией законов, что стимулирует их обращение к опыту, накопленному в Российской империи в данной области. В этой связи особую значимость приобретает изучение практики подготовки и проведения преобразований прошлого.

Проблема систематизации правовых норм обширна и всегда требовала эффективного решения, что обеспечивалось применением различных способов ее проведения: инкорпорация, консолидация, кодификация. Кодификация — деятельность компетентных государственных органов, направленная на переработку несистематизированного правового массива, заключающаяся в создании новых нормативно-правовых актов, содержащих в себе гармонизированные и взаимосвязанные нормы [1]. Кодификация направлена на то, чтобы критически переосмыслить действующие нормы, устранить противоречия и несогласованности между ними, ликвидировать повторения, устаревшие положения, пробелы, дублирование норм.

Кодификация - это форма совершенствования законодательства по существу, и ее результатом является новый сводный законодательный акт стабильного содержания (кодекс, положение, устав и т.д.), заменяющий ранее действовавшие нормативные акты по данному вопросу. Сочетание упорядочения и обновления законодательства как свойство кодификации позволяет рассматривать ее как наиболее совершенную, высшую форму правотворчества [1].

В истории Российского государства одной из значительных попыток кодификации существующих законов является Свод законов Российской империи, принятый в 1832 году Николаем I.

Вступление на престол Российской империи Николая I сопровождалось восстанием декабристов и общими революционными настроениями народа, которые были вызваны, в том числе, недостатками правовой системы государства. Успешных попыток кодифицировать нормы права не предпринималось с 1649 года, когда при царствовании Алексея Михайловича было издано Соборное Уложение [2].

Очевидно, что практически за два столетия, с 1649 по 1825 год, право не могло остаться на прежнем этапе своего развития. Появилось огромное количество новых статей и указов. Кодификация нужна была для того, чтобы систематизировать законы, привести их в единый понятный порядок. За эту проблему брались еще предшественники Николая I: Петр I, Анна Иоанновна, Елизавета, Екатерина Великая, Павел I и Александр I [3].

Александр I в начале своего правления на волне общей симпатии к Франции и случившейся там Великой французской революции решил создать новое уложение, имевшее в основе не только совокупность существующих законов Российской Империи, но и принятый во Франции Кодекс Наполеона [5].

Просвещенная российская общественность того времени испытывала острый недостаток в юридически подкованных людях. Воплощение этого замысла Александр I поручил комиссии, в которую в 1808 году вступил М.М. Сперанский, известный своим талантом и реформаторским духом. Однако для выполнения такого задания М.М. Сперанский подходил мало, так как не был знаком с тонкостями юридической науки в общем и с отечественным правом в частности. Несмотря на это, новое уложение было на грани опубликования.

Изданию этого уложения помешало обострение отношений с Францией и начавшаяся впоследствии Отечественная война 1812 года. На время военных действий работа правотворческой комиссии приостановилась, однако после окончания войны попытки возобновить деятельность комиссии не были успешны [4].

Несмотря на то, что в основе нового уложения лежали многие принципы кодекса Наполеона, нельзя сказать, что это был прямой его перевод. М.М. Сперанский видел бедственное состояние национальной правой системы и вместе с комиссией адаптировал кодекс для использования в актуальных условиях Российской империи. Однако после Отечественной войны на фоне неприязни к Наполеону и его захватнической деятельности не могло быть и речи о принятии уложения, ссылавшегося на его кодекс хотя бы и в малой степени. М.М. Сперанский, продолжавший настаивать на издании уложения, за свои прогрессивные взгляды был сослан в почетную ссылку [2].

Однако в 1825 году Николай I, задачей которого было сохранение текущего порядка в государстве, пригласил М.М. Сперанского вновь возглавить кодификационную деятельность в стране. Император был не заинтересован в каких бы то ни было реформах, однако кандидатов лучше М.М. Сперанского не было. В этом проявился конфликт их интересов: идея Николая I заключалась в том, чтобы собрать все законы, принятые за 180 лет в один источник, Свод законов, а М.М. Сперанского – помимо этого на их основе составить уложение, которое бы отражало российскую действительность емко, однозначно и в одном стиле [4]. Это значительно облегчило бы применение и толкование права.

Действительно, принятые за все это время законы отличались друг от друга стилистически, структурно, а из-за несовершенства системы их организации и хранения даже возникали потери в их тексте. Из-за многократного переписывания иногда искажалась суть, то есть начальное намерение законотворца. Все это следствия того, что законы принимались для условий различных эпох. Сложилась ситуация, когда проблемы XIX века невозможно было решать правовыми нормами века XVII.

Сбор и анализ огромного числа разнородных по стилю, структуре и применению законов – задача не из легких. В апреле 1826 года специально для

предстоящей работы по анализу законодательства было создано Второе отделение Собственной Его Императорского Величества канцелярии [2].

Перед новым органом была поставлена четкая цель – составить Свод законов Российской империи. Сперанский и его подчиненные пользовались плодами работы прежней Комиссии времен Александра I, так и не успевшей завершить свою работу. Во Втором отделении стали работать юристы, правоведы, историки, статистики и важные государственные деятели. Вот только неполный список имен: К. Арсеньев, В. Клоков, П. Хавский, Д. Замятин, Д. Эристов, А.Куницын и др. Все эти люди представляли собой интеллектуальную элиту страны. Им пришлось изучить и проверить колоссальную массу документов, чтобы кодификация законов стала возможной. Достаточно сказать, что в будущий Свод были включены документы, датированные XVII веком и все еще действовавшие на территории России. Оригинальные бумаги хранились в разных архивах, разбросанных по всей стране. Некоторые документы пришлось искать в зданиях упраздненных учреждений. Кодификация российских законов осложнялась и тем, что все еще не существовало единого реестра, по которому могли бы сверяться составители Свода. Второму отделению пришлось создавать его с нуля, ориентируясь на московские, сенатские и министерские архивы. Кодификация законов Российской империи заключалась еще и в ревизии текста. Специалисты сравнивали несколько редакций, анализировали старые источники, проверяли их правомочность, вносили и вычеркивали из реестра.

Организуя работу Второго отделения, Михаил Сперанский решил не рисковать, а взять за основу зарубежный опыт в подобных предприятиях.

Опираясь на рассуждения Ф. Бэкона, Сперанский сформулировал несколько правил, по которым в итоге стал составляться Свод российских законов.

Во-первых, упразднение законов, утративших свою юридическую силу. М.М. Сперанский не мог позволить в полной мере пользоваться этим принципом, так как это давало бы комиссии право на трактовку того, какие законы актуальны, а какие – нет, а это было недопустимо.

Во-вторых, Бэкон предлагал в случае коллизий выбирать наиболее испытанный и применимый. Это опять возложило бы на комиссию право выбирать, который из законов лучший. Комиссия этого права не имела, и принцип пришлось адаптировать. В результате вместо выбора наилучшего из двух противоречащих законов приходилось выбирать позднейший.

В-третьих, исключение повторений и сокращение текста, где это возможно. С реализацией этих принципов проблем у комиссии не возникло, за исключением перевода текста на актуальные на тот момент нормы русского языка, что сопровождалось обязательной ссылкой на первоисточник [4].

В соответствии с этими принципами было составлено Полное собрание законов Российской Империи и в 1830 году представлено Императору. Во время подготовки этого Сборника велась подготовительная работа по формированию самого Свода. Копии указов и законов из сборника разносились по

отделам, отвечающим за свои институты права. Все право Сперанский предлагал делить на гражданское и государственное, а также выделял в качестве институтов:

- основные законы, касавшиеся общих начал государственного строя Российской Империи;
- законодательство о губернских учреждениях;
- законодательство о государственных финансах;
- права состояния – сословные права, политические и гражданские;
- административное право;
- гражданское право;
- уголовное право.

Характерно деление Свода на 8 частей, где последняя – справочная информация [2].

Непосредственная работа над составлением и ревизией издания проводилась с 1826 по 1832 гг. Перед своим изданием Свод прошел проверку в Государственном совете, которой руководил председатель этого органа Виктор Кочубей. На заседаниях присутствовал и император. В апреле 1832 года появился первый пробный том. Манифест о полном издании Свода был подписан императором Николаем I 31 января 1833 года. Дата этого события навсегда вписана в историю российского правоведения и юриспруденции.

В манифесте предусматривался подготовительный срок, в течение которого государственные органы должны были ознакомиться со Сводом и подготовиться к началу его использования. Свод вступал в силу 1 января 1835 года. Действие его норм распространялось на всю территорию Российской империи [3].

Для монарха издание Свода стало вопросом чести, так как он с самого начала своего правления эту задачу считал приоритетной.

В знак признательности царь наградил всех причастных к огромной работе званиями, пенсиями. Руководитель Второго отделения Михаил Сперанский получил высшую государственную награду – орден Андрея Первозванного [4].

Хотя Свод обладал стройной внешней формой, однако она не соответствовала характеру внутреннего содержания. Законы исходили из разных принципов и были неоднородными. В отличие от западноевропейских сборников, Свод составлялся по принципу инкорпорации. Он заключался в том, что законы не менялись, даже если противоречили друг другу. Второе отделение имело право лишь сокращать формулировки. Государь не стал затрагивать суть законодательства, потому как видел в этом начинании опасную реформу. Все свое правление он старался сохранить прежний порядок, державшийся на самодержавном строе [2]. Это его отношение к действительности повлияло и на кодификацию.

Появление Свода ознаменовало новый этап в развитии отечественного права. Граждане страны впервые получили систематическое и простое в обращении издание, с помощью которого можно было свериться с действующи-

ми законами. Период бессистемности остался в прошлом. Началось бурное развитие российской правовой культуры. Теперь чиновникам стало сложнее злоупотреблять своими полномочиями. Их действия можно было легко проверить, сверившись со Сводом.

Для России издание Свода фактически оказалось крупной политической и правовой реформой. В дальнейшем издание несколько раз редактировалось, согласно нововведениям, появившимся в законодательстве при преемниках Николая I.

Таким образом, предпринимаемые в разные исторические периоды отечественным законодателем попытки глобальной систематизации действующего законодательства приводили к достижению высоких результатов. Работа над созданием этих крупных актов систематизации позволила разработать и усовершенствовать приемы правотворческой техники, апробировать различные варианты систематизации законодательства.

На сегодняшний день большинство отраслей российской национальной правовой системы кодифицированы, что свидетельствует о высокой степени систематизации права. Однако развитие государства и общества, основанное на проведение многочисленных реформ, не снимает с повестки дня вопрос о совершенствовании российского права, успешность которой включает и учет исторического опыта.

Список литературы

[1]. *Авдийский В.И., Букалерова Л. А.* ред.: Правоведение: учебник для академического бакалавриата / В. И. Авдийский [и др.] — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 333 с. — Режим доступа: HYPERLINK https://biblio-online.ru/bcode/431900

[2]. *Лаптева Л.Е.* История отечественного государства и права в 2 т. Том 1. IX - начало XX века: учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. Л. Е. Лаптевой. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 245 с. — Режим доступа: HYPERLINK https://biblio-online.ru/bcode/434165

[3]. *Ружицкая И.В.* Законодательная деятельность в царствование императора Николая I. – М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2015. – 240 с.

[4]. *Юртаева Е.А.* Исторический опыт создания Свода законов Российской империи // Журнал российского права. — 2018. — № 1. — С. 140—149.

Карпов Максим Алексеевич - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: karpovmaksim.ru@mail.ru

Титков Александр Александрович - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: titkov.s@bk.ru

Шафигуллина Татьяна Владимировна - доцент, канд. ист. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия. E-mail: tania56_09@mail.ru

А.А. Тагиев оглы, М.С. Вишневский, Т.В. Шафигуллина

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРАВА ГРАЖДАН НА ЧАСТНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ

Право частной собственности обычно рассматривается среди основных прав человека. Всеобщая декларация прав человека (статья 17) предусматривает, что каждый человек имеет право владеть имуществом как единолично, так и совместно с другими, и никто не должен быть произвольно лишен своего имущества [1].

Право частной собственности является одной из основ конституционного строя Российской Федерации и составляет основу рыночной экономики [2]. На сегодняшний день нет единого подхода к определению форм собственности. Существует классификация по признаку субъектов собственности, когда собственниками являются отдельные люди, группы людей, семьи, государство и т.д. В соответствии с этим признаком можно говорить о партийной, профсоюзной, банковской собственности, собственности общественных организаций и т.д. По форме присвоения выделяют индивидуальную, коллективную и государственную собственность. По составу субъектов или по степени социализации собственности можно выделить индивидуальную, групповую и общественную [3].

В Российской Федерации признаются и равным образом защищаются частная, государственная, муниципальная и иные формы собственности (ч. 2 ст. 8 Конституции РФ) [2].

В законодательстве, в юридической и экономической литературе, в массовом правосознании термины «собственность», частная собственность и т.п. употребляются в различных значениях.

Согласно ст. 8 и 34, частная собственность – это форма законной хозяйственной (в частности, предпринимательской) деятельности частных физических или юридических лиц, выступающих именно в качестве частных лиц, а не носителей публичной, т.е. государственной или муниципальной.

Право частной собственности является основной правовой формой наделения граждан материальными благами для удовлетворения их потребностей. Ни Конституция РФ [2], ни Гражданский кодекс РФ [4] термин "право частной собственности" не используют, а закрепляют систему правовых норм, направленных на обеспечение владения, пользования и распоряжения имуществом, находящимся в частной собственности граждан. При этом гражданское право ставит целью решение трех основных задач:

1. обеспечение гарантии свободного удовлетворения возникающих потребностей лиц за счет принадлежащего им на праве частной собственности имущества;
2. установление бремени содержания объектов права частной собственности;

3. определение пределов осуществления права частной собственности с целью исключения случаев причинения вреда третьим лицам [5].

Право собственности граждан - правовой институт, закрепляющий индивидуальную принадлежность материальных благ.

Граждане, обладая различным имуществом, вступают в экономические, имущественные отношения по поводу владения, пользования и распоряжения этим имуществом, которые регулируются нормами гражданского права.

С введением в законодательство института частной собственности отпали традиционные ограничения, установленные для права личной собственности. В связи с этим, граждане, как собственники, вправе использовать принадлежащее им имущество, в том числе и потребительского назначения, как для предпринимательской, так и для любой другой, не запрещенной законом деятельности. Все это поставило гражданина, как собственника, в равное положение с другими собственниками (юридическими лицами, государством) [5].

Соответственно этому, претерпели существенные изменения как источники образования собственности граждан, так и формы ее проявления. Основными источниками образования собственности граждан служат их труд в качестве наемных работников, их собственная экономическая деятельность. Из последней, в свою очередь, выделяется предпринимательская деятельность.

Основным источником возникновения права собственности граждан-предпринимателей служит прибыль, получаемая ими от предпринимательской деятельности: организация производства товаров, выполнения работ или оказания услуг; доходы от средств, вложенных в кредитные учреждения, акции и другие ценные бумаги; иной деятельности, не запрещенной законом [6].

В качестве предпринимателя гражданин вправе приобретать в собственность имущество государственных и других предприятий и организаций, включая имущественные комплексы и любое другое имущество, необходимое для предпринимательской деятельности, кроме имущества, которое по соображениям государственной и общественной безопасности либо согласно международным обязательствам России не может принадлежать гражданину [5]. В соответствии с законодательством граждане вправе использовать свое имущество как для самостоятельной предпринимательской деятельности без образования для этой цели юридического лица, так и посредством вклада в хозяйственные общества и товарищества, кооперативы, коллективные и иные предприятия, другие объединения граждан и юридических лиц.

Предпринимательская деятельность граждан подлежит государственной регистрации [4]. Гражданин вправе заниматься предпринимательской деятельностью с момента государственной регистрации в качестве индивидуального предпринимателя, а глава крестьянского (фермерского) хозяйства признается предпринимателем с момента регистрации хозяйства.

Таким образом, частная собственность граждан может выступать в следующих формах:

1) собственность граждан, источником образования которой является их труд в качестве наемных работников, безотносительно к тому, в какой сфере

хозяйства и культуры и к чьим средствам производства этот труд прилагается;

2) собственность, источником образования которой служит собственная экономическая деятельность, не направленная на извлечение прибыли;

3) собственность, которая образуется за счет предпринимательской деятельности, основанной на собственном труде;

4) собственность, которая образуется за счет предпринимательской деятельности, основанной на привлечении наемного труда [6].

В качестве дополнительных способов образования собственности граждан можно назвать различные выплаты и пособия из общественных фондов потребления, гуманитарную помощь за счет благотворительных фондов и т.п.

Гражданское право регламентирует рассматриваемые отношения по присвоению имущества в собственность гражданина, осуществлению им владения, пользования и распоряжения этим имуществом, охране его права на имущество. Совокупность норм, регламентирующих эти отношения, составляют институт права собственности граждан. Одновременно ГК РФ указывает на возможность гражданина собственными действиями осуществлять правомочия владения, пользования и распоряжения присвоенным имуществом [4].

Субъектами права собственности граждан могут быть все граждане Российской Федерации, иностранные граждане и лица без гражданства [4]. В этом качестве они могут быть собственниками любого имущества, в том числе различных видов недвижимости, включая земельные участки, предприятия как имущественные комплексы (ст. 132 ГК), а также иметь в собственности оборудование, транспортные средства и другие средства производства[5].

Однако, несмотря на то, что действующее законодательство устранило количественные, стоимостные и временные ограничения на объекты права собственности граждан, Гражданский кодекс допускает установление законом правил, ограничивающих возможность приобретения в частную собственность отдельных видов имущества (ст. 213) [4].

Объектом права собственности граждан не может быть имущество, изъятое из оборота, поскольку оно составляет объект исключительной собственности Российской Федерации: богатства континентального шельфа и морской экономической зоны, некоторые виды вооружений, памятников истории и культуры и т.д.

Имущество, гражданский оборот которого ограничен законодателем, поступает в собственность граждан только по специальному разрешению (ограниченно оборотоспособные объекты), например, охотничье оружие, летательные аппараты, аппаратура дальней радиосвязи и т.д. [6]

Объекты, принадлежащие гражданам на праве частной собственности, могут подпадать как под общий, так и под специальный правовой режим.

Общий правовой режим предполагает, что в отношении указанных объектов нет никаких специальных правил, которые граждане должны соблюдать, и что при осуществлении своих прав на них они не должны лишь выходить за те общие пределы, которые очерчены в п. 1 ст. 10 ГК.

В отношении таких объектов, как земельные участки, жилые дома, автомобили, оружие и т.п., законодатель устанавливает специальный правовой режим.

Так как земля - это особая природная и социальная ценность и оборот ее в ряде случаев необходимо регламентировать, поэтому оговаривается, что собственники земли свободно распоряжаются своими правами постольку, поскольку соответствующие земли на основании закона не исключены из оборота или не ограничены в обороте (ст. 260 ГК).

Устойчивое землепользование не может обеспечиваться исключительно введением института частной собственности. Поэтому, наряду с положением о праве собственности на землю, ГК включает нормы о других вещных правах на землю - пожизненном наследуемом владении (ст. 265-267 ГК), постоянном пользовании (ст. 268-270 ГК), земельных сервитутах (ст. 274-277) [4].

Наиболее значимым объектом права собственности граждан, обладающим специальным правовым режимом, остается жилой дом [4]. Действующим законодательством предусмотрены различные основания возникновения права собственности на жилой дом. Это купля-продажа, мена, дарение, наследование. Распространенным основанием приобретения права собственности является строительство жилого дома. Помимо отвода земельного участка и регистрации права на него за застройщиком требуется утверждение проекта постройки дома, получение разрешения на строительство, соблюдение целого ряда землеустроительных, противопожарных, санитарных, экологических, строительных и иных норм и правил [6].

Лицо, осуществляющее самовольную постройку, не приобретает право собственности на нее.

Важным положением в законодательстве является установление возможности приобретения гражданином в собственность занимаемого им в качестве жилого помещения в доме государственного или муниципального жилищного фонда путем приватизации [5]. Передача жилых помещений в собственность проживающим в них гражданам производится бесплатно независимо от размера и потребительских качеств помещени. Только от желания нанимателя и членов его семьи зависит, получать или нет в собственность занимаемое жилое помещение.

Гражданин может быть собственником неограниченного числа жилых помещений, использовать их для личного проживания или сдавать их по договору найма для проживания другим лицам. (абз. 3 п. 2 ст. 288 ГК). Размещение собственником в принадлежащем ему помещении предприятий,

учреждений, организаций допускается только после перевода такого помещения в нежилое.

Право собственности на жилое помещение может быть прекращено по воле собственника [4]. При этом могут быть использованы различные способы: купля-продажа, мена, дарение и т.д.

Неприкосновенность частной собственности понимается как состояние защищённости от посягательств со стороны, установленный законом запрет совершать какие-либо действия вопреки воле собственника.

В категории «неприкосновенность собственности» воплощается «недопустимость неоправданного, незаконного вмешательства в осуществление права на частную собственность [5].

Выделяют два аспекта неприкосновенности частной собственности – право на неприкосновенность собственности как возможность быть защищённым и неприкосновенность собственности как реальное, фактическое состояние охраняемого государством и обществом имущества собственника.

Согласно Конституции неприкосновенность частной собственности включает:

– невмешательство кого бы то ни было в осуществлении права частной собственности;
– охрана и защита права частной собственности и её объектов;
– недопустимость произвольного решения имущества либо несоразмерного ограничения права собственности.

Невмешательство в осуществлении права частной собственности предполагает обязанность государства обеспечить состояние определённой автономии человека, его имущества от государства, общества и других людей посредством установления необходимых запретов, а также правового закрепления статуса человека как собственника [6].

Под охраной понимаются меры, осуществляемые государственными органами и общественными объединениями, направленные на предупреждение нарушений прав и обязанностей, на указание их причин, их порождающих, устранение препятствий и способствующие, таким образом, нормальному процессу реализации прав [6].

Защита права частной собственности и её объектов представляет собой деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, их должностных лиц, направленную на восстановление нарушенного или оспариваемого права частной собственности. В правозащитной деятельности участвуют и негосударственные структуры, поскольку, по общему мнению, права собственности в России защищены недостаточно [5].

Таким образом, реализация права на частную собственность обеспечивается правовыми нормами российского законодательства и сталкивается с рядом проблем, такие как массовые нарушения в сфере частной собственности, избыточно высокая доля государства в экономике страны, сложность восстановления права собственности и другие, которые можно решить, но

для этого потребуется время, консолидированная позиция бизнеса и внимания к деталям как законодательства, так и правоприменительной практики.

Список литературы

[1]. *Всеобщая* декларация прав человека (принята на третьей сессии Генеральной Ассамблеи ООН резолюцией 217 А (III) от 10 декабря 1948 г.) // Библиотечка «Российской газеты» - 1999. – № 22-23

[2]. *Конституция* РФ: Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. // Собрание законодательства РФ. — 2014. — № 31. — Ст. 4398.

[3]. *Комментарий* Конституции РФ (под общ. ред. Л.В. Лазарева). – М.: «Новая правовая культура», 2009.

[4]. *Гражданский* кодекс РФ от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ // СЗ Российской Федерации от 5 декабря 1994 г. № 32 ст. 3301

[5]. *Комментарий* к Гражданскому кодексу РФ. Часть 1. // под ред. А.П. Сергеева. – М.: Проспект, 2017. – 976 с.

[6]. *Гражданское* право. Учебник / под ред. А.П. Сергеева. – М: Проспект, 2017. – 773 с.

Тагиев Али Анар оглы - студент, бакалавр КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: taqali777@gmail.com

Вишневский Михаил Сергеевич - студент, бакалавр КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. E-mail: mishavishnevskiy74@gmail.com

Шафигуллина Татьяна Владимировна - доцент, канд. ист. наук КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия. E-mail: tania56_09@mail.ru

М.В. Воробьева, О.Т. Галоян, Т.Е. Чернышева

РОЛЬ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ В ПОЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ

Молодежь представляет собой социально-демографическую группу, которая выделяется на основе возрастных особенностей, социального положения и характеризуется специфическими интересами и ценностями. К данной группе относят лиц в возрасте от 14 до 30 лет, а в некоторых случаях и до 35 лет. По официальным данным Росстата в 2018 году количество молодежи в России насчитывалось 32,87 млн. (14-30 лет), что составило 22,4% от общего числа населения. [3]

Современная молодежь обладает высоким уровнем социальной мобильности, активности, физиологическими особенностями. Значимость молодежи в современном обществе повышается по причине увеличения их зависимости от инноваций. Именно умы молодых людей совершают значительную долю научных открытий, выдвигают массу социальных и экономических инициатив, разрабатывают основное количество технических усовершенствований, предлагают максимум новых идей. По этой причине именно молодежь выступает как ресурс для создания конкурентных преимуществ.

В современных условиях молодые люди стремятся активно участвовать в политической жизни страны и общества: они заявляют о своих интересах, реализуют свои права, как на государственном, так и на местном уровнях. Все большее внимание в настоящее время уделяется молодым гражданам и молодежным объединениям. Мировые сообщества проводят целенаправленную политику по отношению к молодежи и молодежной политике.

В нашей стране, как и в развитых европейских странах проводится государственная молодежная политика. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 ноября 2014 г. № 2403-р утверждены «Основы государственной молодёжной политики Российской Федерации на период до 2025 года». [5]

Политика молодежи предполагает собой систему мер нормативно-правового, организационно-управленческого, финансово-экономического, информационно-аналитического, кадрового и научного характера. Перед молодыми людьми ежедневно стоит множество проблем, поэтому любое государство заинтересовано в непосредственном вовлечении молодёжи в процесс управления делами государства.

На сегодняшний день выделяют несколько основных форм участия молодёжи в политическом процессе: участие в голосовании; представительное участие молодежи в органах власти Российской Федерации и в местном самоуправлении; создание молодежных организаций, движений; участие в деятельности политических партий (в партии «Единой России» – «Молодая

гвардия», в КПРФ – «Союз коммунистической молодежи», в ЛДПР – «Молодежный центр ЛДПР», Союз молодежи «За Родину!», Молодежная организация СПС, Общероссийское молодежное движение "Яблоко"); участие в акциях волеизъявления своих политических прав и свобод (митинги, забастовки и другие формы социального протеста).

Особую роль в молодежной группе играет студенчество. Общее количество студентов, обучающихся по программам высшего образования, в 2018 году в России составило около 4,3 млн человек. [3] Студенчество обладает достаточно высоким уровнем профессиональной и личностной культуры, активным интересом к различным аспектам жизнедеятельности, способностью к самоорганизации. Студенческое движение на современном этапе развивается не только в рамках молодежного общественного движения, но и самостоятельно, в своих организационных правовых формах. Имеется огромное число студенческих общественных объединений при немногочисленной членской базе.

В России студенческое движение представлено, с одной стороны, общественным движением студентов, таким как Независимая ассоциация студентов «Я думаю», созданное в начале 2004 года. Главная ее цель в устранении опасности в наметившихся в стране тенденциях, которые проявляются в ограничении свободы слова, сокрытии информации от общественности и препятствовании публичному обсуждению и распространению фактов по многим важным делам и событиям. Деятельность этой ассоциации основана на проведении дискуссий и акций, направленных на привлечение внимания к общественно значимым проблемам.

С другой стороны, студенчество представлено студенческим самоуправлением. Сегодня органы студенческого самоуправления существуют в каждом третьем учреждении высшего и в каждом четвертом учреждении среднего профессионального образования. [6] Например, в МГТУ им. Баумана действует студенческий совет, студенческий клуб, студенческий спортивный клуб, профсоюзный комитет студентов и аспирантов. Целями студенческого совета являются: формирование активной гражданской позиции, навыков и умений самоуправления студентов и аспирантов, подготовка их к участию в жизни общества.

Принципиальных отличий в подходах к деятельности профсоюзных и общественных организаций студентов нет. Тем не менее, профсоюзы делают акцент в своей деятельности на решении социальных вопросов студентов. Общественные объединения направляют свои усилия в русло поддержки социально-значимых инициатив студенческой молодежи, создают условия для всесторонней самореализации студентов. Участие студенчества в социально-политической жизни страны на общероссийском, региональном и местном уровнях осуществляется через органы студенческого самоуправления. Они является важным фактором развития демократических форм управления в системе высшего и среднего профессионального образования и значимым элементом самореализации и волеизъявления студенчества как наиболее ак-

тивной части молодежи. На сегодняшний день органы студенческого самоуправления существуют в каждом третьем учреждении высшего и каждом четвертом учреждении среднего профессионального образования. [6]

В результате, с появившейся «оранжевой» угрозой в начале 2000-х годов активно развиваются молодежные общественно-политические движения, часть из которых являются провластные объединения (например, «НАШИ», «Россия Молодая»), то есть поддерживающие курс Президента.

Наряду с действующими формальными политическими объединениями появляется множество неформальных движений (хакеры, рокеры, скинхеды, панки, байкеры, блогеры, рэперы, фаны, члены неформальных групп пользователей социальных сетей), которые пытаются заявить от себя тем или иным способом. Основной целью их деятельности является представление своих интересов в политике. К основным методам их работы относятся привлечение масс на свою сторону, пропаганда в СМИ, различные акции протеста. Также они используют метод отказа от поддержки каких-либо политических деятелей во время выборов или иных видов продвижения во власти. Неформальные группы имеют активную политическую позицию, выступают на различных митингах, участвуют и проводят агитацию, требуют создания особых отношений между властью и молодежью.

Современные молодежные общественно-политические организации России направлены на активное вовлечение молодого поколения в социальные и политические процессы, и, следовательно, в определенной степени оказывают влияние на политическую социализацию молодежи. Их особенность заключается в том, что кроме отстаивания интересов и потребностей молодежи как социальной группы, она также претендуют на активное участие в политической жизни страны, наряду со взрослыми гражданами.

Молодежные общественно-политические движения не только содействуют первоначальному вовлечению молодежи в политику в качестве полноправных субъектов, но и формируют первоначальные навыки участия в политическом процессе, они также часто обеспечивают политические партии и общественно-политические организации будущими сторонниками, избирателями, а также полноценными кадрами.

В различных регионах нашей страны при губернаторе создаются общественные объединения с целью обучения и продвижения молодых профессионалов для работы на государственной и гражданской службе – так называемые Молодежные правительства. Во время работы в молодежном правительстве, участники проекта изучают деятельность министерств и ведомств в качестве «дублеров» министров. В России создано всероссийское общественное объединение – Ассоциация молодежных правительств России, в состав которой входят 2000 молодых человек из 63 субъектов Российской Федерации. Целью Ассоциации является вовлечение молодежи в общественно-политическую жизнь регионов, объединение усилий талантливых молодых управленцев России с целью развития всех сфер общественной жизни нашей страны. Ассоциация правительств молодежи занимается координацией и

обобщением деятельности молодежных правительств, оказывает информационную, организационную и экспертную поддержку для совершенствования технологий работы молодежных правительств.

Немаловажную роль играют молодежные дебаты, которые проводятся с целью формирования активной гражданской позиции, укрепление в общественном сознании имиджа молодежи как активной части общества, создание условий для самореализации молодежи, развития общекультурного кругозора, организационных навыков, умения вести дискуссию, аргументировано отстаивать точку зрения и позицию, объединение усилий молодежи на социально значимую деятельность во благо общества.

Однако современные движения и организации политической направленности вызывают интерес у незначительного числа молодежи современной России. На современном этапе молодежные объединения политической направленности не оказывают должного влияния на процесс политической социализации молодежи. С другой стороны, именно они содержат в себе достаточный потенциал для формирования политической культуры молодого поколения.

В качестве сравнения посмотрим историю Всесоюзного ленинского коммунистического союза молодежи (ВЛКС). Более 200 миллионов юношей и девушек в возрасте от 14 до 28 лет за период существования комсомола прошли в его рядах школу гражданского становления, мужества и героизма, школу жизни. [4] Комсомол сыграл великую роль в политической жизни страны. ВЛКСМ, как и вся советская страна, прошел ряд этапов. К данным этапам относятся Гражданская война, период новой экономической политики, социалистической реконструкции народного хозяйства и колхозного строительства, Великая Отечественная война, время оттепели, относительной стабильности, начало кризисных явлений в обществе и реформы периода перестройки. При неизменности идеологии в деятельности комсомола на каждом этапе были свои специфические черты. Опыт работы с молодежью видоизменялся и обогащался.

Целью комсомольской организации было воспитание молодежи. Комсомол помогал партии в решении общегражданских задач, беря на себя роль воспитателя молодежи. В процессе труда, учебы, творческой деятельности происходило нравственное воспитание молодежи. Само государство было заинтересовано в каждом активном комсомольце, вследствие того, что эти активисты были готовыми управленцами. В деятельности комсомола можно выявить еще немало практического опыта и поучительных уроков, возможных для использования в нынешнее время. Именно знание социальной практики комсомола может выступать в качестве важного компонента созидательной деятельности молодежных организаций на современном этапе.

В советские годы политическая активность молодежи отмечалась высокими показателями. После распада СССР и кардинальной трансформации российского общества с нарастающей динамикой наблюдается падение активности молодежи в политической жизни. Отсутствие продуманной моло-

дежной политики, плохое материальное обеспечение студенчества, высокий процент безработицы являются факторами, снижающими участие молодых людей в политической сфере, степени формируют политическую апатию. Результаты некоторых исследований показывают, что в выборах федерального уровня участвует менее половины молодых россиян, лишь 33% молодых граждан в возрасте до 35 лет интересуются политикой. [1]

Для того чтобы молодежь вступала в молодежные движения и становились их активными членами, следует создавать необходимые условия. Молодежные общественно-политические организации в первую очередь должны быть модными и интересными, чтобы привлекать молодежь, а также создавать возможность для проявления молодым поколением активности и инициативы. Знание и применение данных механизмов функционирования молодежных объединений позволит повысить их роль и значение в процессе политической социализации молодежи в современной России.

Список литературы

[1]. *Басов Н.Ф.* Социальная работа с молодежью: Учебное пособие./4-е изд. – М.: Дашков и К, 2015. –327 с.

[2]. *Бучкова А.И.* Процесс политической социализации молодежи в современной России // Социология. 2012. № 1. — С. 81—90.

[3]. *Россия* в цифрах. 2018: Крат.стат.сб./Росстат- М., Р76 2018-522 с.

[4]. *Сборник* «Молодежь и инновационное развитие России», М., МосГу, 2008. – 165 с.

[5]. *Распоряжение* Правительства России от 29 ноября 2014 г.№2403-р https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70713498/

[6]. *Государственная* молодежная политика в сфере участия молодежи в общественной жизни и молодежные общественные объединения https://studfiles.net/preview/2553672/page:8/

Воробьева Мария Владимировна - студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: vorobeva1999m@yandex.ru

Галоян Офеля Тиграновна- студент КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: of4ok@mail.ru

Чернышева Татьяна Евгеньевна - доцент кафедры ИУ8-КФ "Общественные науки" КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия

И.Д. Стадникова, И.С. Азаренко

РОССИЯ В ПАСЕ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Глубокие и интенсивные изменения в глобальной политике и экономике, связанные с ростом взаимозависимости стран и регионов, обострением глобальных проблем и противоречий, возникновением новых угроз безопасности в международной системе определяют содержание непростого этапа в международных отношения. Вполне естественным представляется в этой связи стремление государств сохранить цивилизованную и культурную идентичность. Для поиска мирового решения межгосударственных проблем и вопросов в современном мире существуют различные международные политические площадки.

Одна из них - Парламентская Ассамблея Совета Европы (ПАСЕ) - международная парламентская организация, созданная в 1949 году. Наряду с Комитетом министров Совета Европы ПАСЕ является одним из главных уставных органов Совета Европы.

Российская Федерация подала заявку на вступление в Совет Европы 7 мая 1992 года. 14 января 1992 года парламенту РФ был предоставлен статус специально приглашенного в Парламентской ассамблее Совета Европы. В феврале 1995 года в связи с конфликтом в Чечне процедура рассмотрения заявки России была прервана. В итоге Россия стала членом Совета Европы в феврале 1996 г. и с этого времени представлена в его главных органах - Комитете министров и Парламентской ассамблее. Наряду с Францией, Великобританией, Италией и Германией, Россия является одним из основных вкладчиков в бюджет Совета Европы, из которого финансируются все структуры организации, включая ПАСЕ.

В апреле 2000 г. на сессии ПАСЕ российская делегация была лишена права голоса в связи с военной операцией против чеченских боевиков. Тогда представители России в знак протеста покинули зал заседаний и отказались от участия в работе ассамблеи. 25 января 2001 г. ПАСЕ проголосовала за восстановление прав России.

С 2008 г. на сессиях ПАСЕ обсуждалась тема конфликта на Южном Кавказе, ПАСЕ требовала от России аннулировать признание Абхазии и Южной Осетии. В связи с тем, что Россия отказывалась выполнять эти резолюции, в октябре 2009 г. по инициативе делегации Грузии на голосование был поставлен вопрос о лишении российской делегации полномочий. Однако по итогам голосования полномочия были подтверждены.

В 2014 г. после вхождения Крыма и Севастополя в состав России отношения между сторонами вновь обострились. На апрельской сессии 2014г. была принята резолюция, согласно которой российская делегация вновь была лишена права голоса, а также исключена из руководящих органов ассамблеи и отстранена от работы в миссиях наблюдателей до конца 2014 г.

28 января 2015 года ПАСЕ приняла поправку о приостановке права России голосовать и быть представленной в руководящих органах ассамблеи на открытии сессии в апреле. В свою очередь глава российской делегации Алексей Пушков заявил, что Россия покидает ПАСЕ до конца года. В январе 2016 года Россия решила не направлять необходимые для подтверждения полномочий делегации документы, однако не отказалась от работы со Страсбургом в целом. В январе 2017 года Россия также не стала направлять документы, необходимые для аккредитации своей делегации в ПАСЕ.

В конце июня глава МИД РФ Сергей Лавров уведомил генерального секретаря Совета Европы о решении российской стороны приостановить уплату части взноса в бюджет СЕ за 2017 год до восстановления в полном объеме полномочий национальной делегации в Парламентской ассамблее Совета Европы. При этом Москва заявила, что продолжит выполнять свои обязательства, взятые ранее по конвенциям Совета. В ПАСЕ признали, что меры Москвы привели к финансовым трудностям. Для преодоления кризиса была создана рабочая группа по гармонизации работы органов Совета Европы и ПАСЕ.

В январе 2018 года в ходе зимней сессии ПАСЕ было проведено первое заседание группы, на котором присутствовали российские представители. 10 апреля 2019 года ПАСЕ на апрельской сессии большинством голосов приняла резолюцию, в которой впервые с момента кризиса призвала Россию сформировать делегацию, а также выплатить взнос в бюджет Совета Европы.

Парламентская Ассамблея лишь консультативный орган, важнейшая функция ПАСЕ – утверждение судей Европейского суда по правам человека. Однако, не смотря на немалый взнос (приблизительно 30 миллионов евро), возвращение Российской делегации в ПАСЕ несомненно немаловажное политическое событие для международного статуса России. Политические реалии на международной арене сегодняшнего дня предполагают важным для России даже маленькую победу дипломатии.

Таким образом, наглядно подтверждаются не простые взаимоотношения России с Советом Европы. Трудно предположить, как сложатся они в дальнейшем, однако, только общими усилиями удастся избежать общемировую катастрофу и решить глобальные проблемы. Поэтому стоит надеяться, что в конечном итоге наша страна сможет беспрепятственно состоять в ПАСЕ и других международных организациях, отстаивая главную позицию разумного человека – мир на Земле.

Список литературы

[1]. *История* кризиса в отношениях России и Совета Европы/ РИА Новости, 10.04.19. URL: https://ria.ru/20190410/1552567500.html (дата обращения 22.10.19).

[2]. *История* разногласий ПАСЕ и России/Досье, Биографии и справки, ТАСС. URL: https://tass.ru/info/1104550 (дата обращения 22.10.19).

Стадникова Ирина Дмитриевна - студентка КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия. E-mail: irin1999@yandex.ru

Азаренко Инна Сергеевна – старший преподаватель кафедры ИУ8-КФ "Общественные науки" КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, 248000, Россия

СОДЕРЖАНИЕ

**СЕКЦИЯ 10.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ФИЗИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ 3**

1. *Л.А. Сергеев, Г.Э. Амеличев, Н.А. Силаева, А.К. Горбунов*
   АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ С УПРАВЛЯЕМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 4
2. *А.Н. Налисник, Д.В. Артемов, И.Н. Овчаренко*
   ВАРИАНТ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕДАЧИ «НЕТЕРПЕЛИВЫХ» ПАКЕТОВ 8
3. *Н.Д. Удалов, А.Л. Лысенко, А.К. Горбунов*
   ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КАНАЛОВ 12
4. *А.Ю. Богомолов, А.Р. Крицкая*
   ВЫБОР ЧАСТОТ ОПРОСА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 16
5. *К.Ю. Банный, А.Л. Лысенко, Филянин Н.С.*
   ДЕКОДИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ КОДОВ 20
6. *Е.К. Кухтина, И.Н. Овчаренко*
   ДЕЛЬТА-МОДУЛЯЦИЯ С СОКРАЩЕНИЕМ ИЗБЫТОЧНОСТИ 25
7. *А.В.Филиппова, Н.А. Силаева*
   ЖИВУЧЕСТЬ КАК ФУНКЦИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ В СЕТЯХ СВЯЗИ 29
8. *Н.А. Черевко, А.И. Чухраева, Н.А. Силаева, А.К. Горбунов*
   ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБЫТОЧНОСТИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ 34
9. *С.А. Вялых, Т.С. Китаева*
   ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗБЫТОЧНОСТИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ СВЯЗИ 39
10. *П.Е. Белоножко, Ю.Е. Гагарин*
    ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМПЛЕКСНОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ 44
11. *Е.Д. Мосин, Г.Э. Амеличев, И.Н. Радченко*
    ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИГНАЛОВ 48
12. *Н.А. Рябченко, О.М. Лущенко, А.В. Безденежных, Н.А. Силаева*
    ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ 52

13. *А.Д. Антюков, Е.А. Панина, И.Н. Овчаренко, А.К. Горбунов*

КОДИРОВАНИЕ В КАНАЛАХ С ЗАШУМЛЕННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ 57

14. *М.И. Супельняк*

КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЭЛЛИПТИЧЕСКОМ ЦИЛИНДРЕ И ПРОСТРАНСТВЕ С ЭЛЛИПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ 63

15. *Е.О. Орлова, И.Н. Радченко*

МНОГОПОРОГОВОЕ ДЕКОДИРОВАНИЕ 65

16. *А.И. Петров, Е.А. Панина, Д.В. Артемов, Н.А. Силаева*

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТИ 69

17. *Е.С. Есипов, Т.С. Китаева, Н.С. Филянин, А.К. Горбунов*

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА Q-ИЧНЫХ СИСТЕМ 73

18. *Д.С. Дроздов, А.И. Чухраева, А.К. Горбунов*

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОЦЕНИВАНИЯ ТАКТОВОГО СДВИГА 77

19. *Н.С. Филянин, Г.Э. Амеличев, Е.А. Панина, А.К. Горбунов*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНОСТИ ГРУППЫ УПРАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ 81

20. *Е.А. Панина, А.И. Чухраева, Н.С. Филянин, А.К. Горбунов*

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛА 86

21. *Н.Е. Данилевич, Т.С. Китаева, Е.А. Панина, А.К. Горбунов*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОСТЬЮ СИГНАЛОВ 92

22. *О.Ю. Семешина, А.Р. Крицкая, А.К. Горбунов*

ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА КАНАЛОВ 97

23. *К.И. Медников, И.Н Овчаренко, А.К. Горбунов*

ПЕРЕДАЧА ДИСКРЕТНЫХ СООБЩЕНИЙ 101

24. *А.Ю. Богомолов, А.Р. Крицкая*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА 105

25. *А.Д. Чикишев, О.И. Чурилин, И.Н.Овчаренко*

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИЗБЫТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ 109

26. *Мьо Ти Ха, В.И. Кристя*

РАСЧЕТ ВЛИЯНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЛЕНКИ НА КАТОДЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛАБОТОЧНОГО ГАЗОВОГО РАЗРЯДА 112

27. *Д.И. Крошкина, А.Л. Лысенко, А.К. Горбунов*

СИСТЕМА СО СЛУЧАЙНЫМ МНОЖЕСТВЕННЫМ ДОСТУПОМ 116

28. П.Е. Белоножко, И.Н. Радченко

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ДЛЯ СЖАТИЯ ДАННЫХ 120

29. Е.А. Попугаева, Д.Р. Игнатьев, И.Н. Овчаренко

СТОХАСТИЧЕСКОЕ КОДИРОВАНИЕ 124

СЕКЦИЯ 12.
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ 129

1. С.А. Вялых, И.И. Ерохин

АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ 130

2. А.М. Булкина, А.В. Максимов

АНАЛИЗ ФОРМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КВАТЕРНИОНОВ 134

3. Н.С. Колышкина, Н.А. Борсук

ВАРИАНТ РАЗРАБОТКИ АНИМИРОВАННОГО ФАВИКОНА 140

4. А.С. Маслов, Ю.С. Белов

ИНТЕРФЕЙСЫ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ 145

5. А.А. Пеников, А.В. Козина, Ю.С. Белов

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ДИАГНОСТИКЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ 149

6. Н.А.Гаранин, Е.А. Черепков, Ю.С.Белов

КОНФИДЕНЦИАЛЬНОСТЬ БЕЗНАЛИЧНЫХ ПЛАТЕЖЕЙ ПОСРЕДСТВОМ ТЕХНОЛОГИИ NFC 152

7. Д.С. Засыпкин, Ю.С. Белов

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ» 155

8. С.А. Новикова, Ю.С. Белов

МЕТОДОЛОГИЯ DSDM В РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ 158

9. И.И. Пармузин, И.А. Крысин

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПО ТЕХНГОЛОГИИ WI-FI 162

10. А.А. Артемова, Ю.С. Белов

МЕТОДЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИЦ 166

11. И.С. Голубев, Ю.С. Белов

МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА ПОСТРОЕНИЯ СЕРВЕРОВ 169

12. С.Г. Жилин, И.А. Крысин

МНОГОЯДЕРНЫЙ ПРОЦЕССОР ДЛЯ МНОГОЗАДАЧНОГО ИИ 172

13. К.А. Тронов, Ю.С. Белов

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ NVIDIA RTX 176

14. Ю.Н. Лавренков

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ 181

15. Хлопенкова А.Ю., Белов Ю.С.

ПОДХОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКИ В ТЕХНОЛОГИЯХ РАБОТЫ ГОЛОСОВЫХ ПОМОЩНИКОВ 186

16. А.А. Петрушин, И.В. Чухраев

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ СТОРОННИХ ПРЕДМЕТОВ В СИСТЕМЕ АВТОДОСМОТРА 189

17. В.С. Панина, Ю.С. Белов

РИСКИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТЕЙ 191

18. Д.Е Петухов, А.В. Козина, Ю.С. Белов

СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СЕТИ U-NET 195

19. М.Ю. Кучер, Ю.С. Белов, А.В. Козина

СИНХРОННОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И РЕАКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ 200

20. М.Н. Драган, С.С. Гришунов

СИСТЕМА МОДУЛЕЙ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ GO 205

21. К.В. Чулин, С.С. Гришунов

ВОЗМОЖНОСТИ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ 208

22. А.С. Ельцов, С.С. Гришунов, Ю.С. Белов

МОДУЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ASP .NET CORE 212

СЕКЦИЯ 14.
ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НИР В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС 218

1. О.В. Сулина

ОБЗОР ЭЛЕКТРОННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ 219

2. *Е.Г.Булычева*

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ
В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ 222

3. *Л.С. Беккель*

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОВОРОТА В МЕЖПЛАТФОРМЕННОЙ
СРЕДЕ UNITY 226

4. *В.В. Сахаров*

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ 229

СЕКЦИЯ 15.
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИКИ 233

1. *Е.К. Кухтина*

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В СОВРЕМЕННЫХ
ОРГАНИЗАЦИЯХ: ВАЖНОСТЬ И ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ 234

СЕКЦИЯ 16.
ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ
И ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА..... 237

1. *М.С. Вишневский, А.А. Тагиев оглы, Т.В. Шафигуллина*

ЛИЧНАЯ НЕПРИКОСНОВЕННОСТЬ..... 238

2. *М.С. Вишневский, А.А. Тагиев оглы, Т.В. Шафигуллина*

МРОТ: НОРМЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРАВА И РОССИЙСКОЕ
ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО 243

3. *М.А. Карпов, А.А. Титков, Т.В. Шафигуллина*

ПРАВА ГРАЖДАН НА ОХРАНУ ЗДОРОВЬЯ
И МЕДИЦИНСКУЮ ПОМОЩЬ 248

4. *А.А. Артемова, Т.В. Шафигуллина*

ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В СФЕРЕ
СОЦИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ..... 253

5. *М.А. Карпов, А.А. Титков, Т.В. Шафигуллина*

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО ПРАВА В 1-Й ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА..... 258

6. *А.А. Тагиев оглы, М.С. Вишневский, Т.В. Шафигуллина*

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРАВА ГРАЖДАН
НА ЧАСТНУЮ СОБСТВЕННОСТЬ..... 263

7. *М.В. Воробьева, О.Т. Галоян, Т.Е. Чернышева*

РОЛЬ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ
В ПОЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ..... 269

8. *И.Д. Стадникова, И.С. Азаренко*

РОССИЯ В ПАСЕ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА 274

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

**Материалы
Всероссийской научно-технической конференции**

Том 3

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 17.11.2019
Формат 60x90/16. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Печ. л. 17,88. Усл. п. л. 16,62

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
107005, Москва, 2-я Бауманская, 5

Оригинал-макет подготовлен в Редакционно-издательской группе
отдела научной инновационной деятельности
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана
248000, г. Калуга, ул. Баженова, 2, тел. 57-31-87