

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



28
2016
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 28 (132) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам

Авдюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Журнал входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLibrary.ru.

Журнал включен в международный каталог периодических изданий «Ulrich's Periodicals Directory».

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)

Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)

Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)

Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)

Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)

Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)

Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)

Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)

Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)

Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)

Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)

Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)

Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)

Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)

Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, заместитель директора (Узбекистан)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)

Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)

Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)

Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)

Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)

Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)

Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)

Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)

Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)

Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)

Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)

Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)

Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)

Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

Верстка: Бурьянов Павел Яковлевич, Голубцов Максим Владимирович, Майер Ольга Вячеславовна

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 04.01.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

На обложке изображен *Филип Джордж Зимбардо*, известный американский социальный психолог, известный как автор Стэнфордского эксперимента.

Зимбардо родился в 1933 году в Южном Бронксе (США). По окончании Монгое High School он поступил в Бруклинский колледж и получил в нем степень бакалавра, затем защитил магистерскую и докторскую диссертации и получил степень доктора философии в Йельском университете.

В 1971 году в Стэнфордском университете в должности профессора Филип Зимбардо провел психологический эксперимент, в ходе которого 24 студента были разделены на группу «тюремных заключенных» и группу «тюремных надзирателей». В подвале факультета была оборудована «тюрьма», где и проводился эксперимент, который должен был продлиться две недели. Однако по этическим соображениям через шесть дней после начала эксперимент был прерван.

Стэнфордский тюремный эксперимент показал, что у людей, помещенных в определенные условия, не только

происходит «вживание» в роль, но и меняются психологические характеристики. Например, в группе «надзирателей» студенты начали испытывать, а затем и проявлять садистские эмоции. В психологическом состоянии участников группы «заключенных» преобладали депрессия и отчаяние. Результаты этого эксперимента привели к возникновению теории значимости социума в индивидуальной психологии. Подробное описание этого эксперимента вышло в свет только 35 лет спустя.

Используя полученные результаты, Филип Зимбардо начал разрабатывать новые приемы и методы, чтобы помочь людям преодолевать психологические барьеры и лечить различные расстройства. К примеру, успешными были работы Зимбардо по преодолению застенчивости как у детей, так и у взрослых, которые привели к основанию «Стэнфордской клиники застенчивости».

Людмила Вейса, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Баранова А. Я., Шенмаер И. В., Нигматулин Р. М.**
Периодические решения разностного уравнения третьего порядка 1
- Шустов В. В.**
О построении формул аппроксимации периодических функций составными двухточечными многочленами Эрмита 4

ИНФОРМАТИКА

- Ананьин Е. В., Кожевникова И. С., Лысенко А. В., Никишова А. В.**
Анализ атак на повышение привилегий 8
- Демин А. В.**
Адаптивное управление модульными роботами на примере многоногого робота с двумя типами конечностей 10
- Иванов К. К., Ефремов А. А., Ващенко И. А.**
Роль процесса оптимизации в работе систем баз данных 15
- Иванов К. К., Лужин В. М., Кожевников Д. В.**
Искусственный интеллект. Основные направления исследований 16
- Иванов К. К., Лужин В. М., Кожевников Д. В.**
Знания и системы, основанные на знаниях 18
- Иванов К. К., Юрченко Р. Н., Ярмонов А. С.**
Обеспечение защиты данных в базах данных ... 20
- Козлов А. А.**
Моделирование нейронных сетей Кохонена на графических процессорах 22
- Костенок К. О.**
Сравнительный анализ методов представления информации для мобильных устройств 26
- Кошелев С. О., Ищенко К. И.**
Современные аналитические методы защиты информации корпоративных систем 29
- Кошелев С. О., Колесникова Д. С.**
Обеспечение защиты информации в условиях проведения импортозамещения 31

- Макарова Е. В., Музалева М. А., Агеева Е. С., Бучнева А. Г.**
Предпосылки развития 3D индустрии в России и мире 35
- Уварова А. В., Гусев В. М.**
Система расчета стоимости обслуживания автомобиля на основе моделей прогнозирования 37
- Черногорова Ю. В.**
Методы распознавания образов 40
- Явтуховский Е. Ю., Кошелев С. О.**
Современные технологии защиты информации в распределённых системах 43
- Яцкевич А. И., Кошелев С. О.**
Аналитические методы оценки защищенности информации, обрабатываемой в информационной системе 45

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Арискин М. В., Потемина В. Д., Азимова Я. А.**
Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной в селе Малая Валяевка Пензенской области 49
- Арискин М. В., Потемина В. Д., Азимова Я. А.**
Результаты экспертизы промышленной безопасности производственного корпуса УПТК, эксплуатируемого на опасном производственном объекте, Пензенская область, г. Заречный 52
- Бакико Е. В., Искакова А. К.**
Анализ методических подходов к оценке профессиональных рисков в России 55
- Булатов Ф. Р., Елизарова А. В., Мартыненко А. С.**
К вопросу применения мехатронных систем для управления рабочими органами почвообрабатывающих машин 59
- Голубева Т. А.**
Определение взаимосвязи сносков реакций опорной поверхности с деформациями эластичного колеса 62

Гура Д. А., Шевченко Г. Г., Гура Т. А., Бурдинов Д. Т. Основы спутниковой навигации64	Землянухин А. Д. Фибробетон, устойчивый к воздействию высоких температур88
Джавадов А. А., Комаров Ю. Я. Анализ организации дорожного движения на кольцевом пересечении улиц Рокоссовского, Землячки и Покрышкина70	Калашников С. В. Послойная трехмерная печать на основе полиамид-имида90
Долматова И. А., Миллер Д. Э., Ходакова Е. Е. Дорожная карта как элемент повышения качества услуг в общественном питании74	Картамышева Е. С., Иванченко Д. С. Промышленная автоматизация в России: проблемы и их решения93
Дробышев А. С., Алдияров А. У., Тимченко А. Е., Бауржан А. Б., Нурмуқан А. Е., Дуйсебаев Т. С. Исследование процессов формирования и свойств двухкомпонентных криовакуумных конденсатов $\text{CH}_4\text{-H}_2\text{O}$77	Кириллова Е. Д., Казанцева И. О. Технологии, способствующие повышению энергоэффективности объектов строительства: аккумулирование теплоты95
Елизаров В. В. Негативное взаимное влияние электроустановок и синантропных птиц80	Кирилова А. С., Карабейникова А. В., Софронеева С. Н. Оценка надежности календарного планирования строительства инженерных сетей на основе метода критической цепи и метода критического пути98
Захарова Е. И., Зингер М. А., Захаров И. В. Высокотемпературные сверхпроводящие электродвигательные установки для применения на флоте82	Коваленко Д. В., Плотников Д. И., Шакенов Е. Е., Кулинич И. О. Негативное воздействие токов высших гармоник на элементы системы электроснабжения 102
Землянухин А. Д. Использование нормативной литературы при проектировании бетонных конструкций армированных композитной арматурой85	

Опровержение

Редакция журнала «Молодой ученый» отзываает следующую статью, ранее опубликованную:

Боева О. Х. Расчет параметров ПИД-регулятора на основе метода локализации [Текст] / А. Л. Буран // Молодой ученый. — 2016. — №22. — С. 16-19

Причина отзыва: плагиат, допущенный автором.

Информируем, что авторство значительных по объему фрагментов указанной статьи принадлежит д.т.н. проф. НГТУ Г.А. Французовой и Н.С. Земцову.

МАТЕМАТИКА

Периодические решения разностного уравнения третьего порядка

Баранова Анастасия Яковлевна, студент;
 Шенмаер Ирина Владимировна, студент;
 Нигматулин Равиль Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент
 Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет (г. Челябинск)

В статье проведено полное исследование периодичности решений линейного разностного уравнения третьего порядка. Указаны все возможные значения коэффициентов, при которых каждое решение уравнения является либо чисто периодическим, либо предельным циклом.

Ключевые слова: разностное уравнение третьего порядка, периодические решения, циклы, предельные циклы

Введение и постановка задачи

Исследование асимптотического поведения решений линейного разностного уравнения третьего порядка

$$x_{n+3} + ax_{n+2} + bx_{n+1} + cx_n = 0, \tag{1}$$

где $a, b, c \in \mathbf{R}$ детально проводилось в [1, 3, 5]. В работе [1] получены условия осциллируемости (колебательности) решений уравнения (1) в виде неравенств — ограничений на коэффициенты уравнения. В работе [5] полностью описана область асимптотической устойчивости уравнения (1) и поведение решений этого уравнения на границе области.

Сформулируем необходимые определения.

Определение 1. Решение (x_n) уравнения (1) называется периодическим с периодом $k \in \mathbf{N}$ (k -циклом или k -периодическим), если для всех $n \in \mathbf{N}$ $x_{n+k} = x_n$.

Определение 2. Решение (x_n) уравнения (1) называется предельным k -циклом, если существуют последовательности (u_n) и (v_n) такие, что (u_n) — k -периодическая, $\lim_{n \rightarrow \infty} v_n = 0$, и для всех $n \in \mathbf{N}$ $x_n = u_n + v_n$.

Известно [4], что периодические решения возникают на границе области асимптотической устойчивости. Для периодичности всех решений уравнения (1) необходимо, чтобы характеристический многочлен уравнения (1)

$$P(\lambda) = \lambda^3 + a\lambda^2 + b\lambda + c$$

имел простые комплексно сопряженные корни, по модулю равные 1 или простой действительный корень -1 .

Используя результаты работы [5], в этой статье мы описываем все возможные значения коэффициентов уравнения (1), при которых каждое решение является либо чисто периодическим, либо предельным циклом.

Основные результаты

Случай 1. Коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют системе
$$\begin{cases} a = -b, \\ -1 < b < 3, \\ c = -1 \end{cases}$$

Общее решение уравнения (1) имеет вид $x_n = C_1 + C_2 \cos(n\phi) + C_3 \sin(n\phi)$.

Зададим начальные условия x_0, x_1, x_2 . Тогда, решая систему

$$\begin{cases} x_0 = C_1 + C_2, \\ x_1 = C_1 + C_2 \cos \phi + C_3 \sin \phi, \\ x_2 = C_1 + C_2 \cos 2\phi + C_3 \sin 2\phi \end{cases}$$

$$C_1 = \frac{-x_0 + 2x_1 \cos \phi - x_2}{2 \cos \phi - 2},$$

$$C_2 = \frac{x_0(2 \cos \phi - 1) - 2x_1 \cos \phi + x_2}{2 \cos \phi - 2},$$

$$C_3 = \frac{-x_0 + 2x_1(1 + \cos \phi) - x_2}{2 \sin \phi}.$$

В этом случае характеристический многочлен можно представить в виде

$$P(\lambda) = \lambda^3 + a\lambda^2 - a\lambda - 1 = (\lambda - 1)(\lambda^2 + (a + 1)\lambda + 1) = (\lambda - 1)Q(\lambda).$$

При $-3 < a < 1$ многочлен $Q(\lambda)$ имеет два комплексно сопряженных корня: $\lambda_{1,2} = -\frac{1}{2}(a + 1) \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3 - 2a - a^2} \cdot i$ таких,

что $\phi = \arg \lambda_1, \quad \operatorname{tg} \phi = -\frac{\sqrt{3 - 2a - a^2}}{a + 1}.$

Преобразуем решение $x_n = C_1 + C_2 \cos(n\phi) + C_3 \sin(n\phi)$, применив метод введения вспомогательного угла. Получим $x_n = C_1 + \sqrt{C_2^2 + C_3^2} \cdot \sin(\phi_0 + n\phi)$, где $C_2^2 + C_3^2 \neq 0$.

Введем величину $\Delta x_{n+k} = x_{n+k} - x_n = (\sin(\phi_0 + (n+k)\phi) - \sin(\phi_0 + n\phi)) \sqrt{C_2^2 + C_3^2}$. Решение уравнения (1) является k -периодическим тогда и только тогда, когда $\Delta x_{n+k} = 0$. Получаем, что $2 \cdot \cos(\phi_0 + n\phi + \frac{k\phi}{2}) \cdot \sin \frac{k\phi}{2} = 0$. Это равенство выполняется для всех n тогда и только тогда, когда $\frac{k\phi}{2} = \pi m, \Rightarrow \frac{\phi}{2\pi} = \frac{m}{k}, m \in Z, k \in N$. Получаем следующее

Утверждение 1. Если коэффициенты a, b, c уравнения (1) удовлетворяют системе $\begin{cases} a = -b, \\ -1 < b < 3, \\ c = -1 \end{cases}$ то все решения

уравнения (1) являются периодическими тогда и только тогда, когда $\frac{\phi}{2\pi} \in Q$, где $\phi = \arg \frac{-a - 1 + \sqrt{3 - 2a - a^2} \cdot i}{2}$,

$$\operatorname{tg} \phi = -\frac{\sqrt{3 - 2a - a^2}}{a + 1}.$$

Замечание. Если $C_2^2 + C_3^2 = 0$, т. е. начальные условия удовлетворяют равенствам $-x_0 = \frac{x_1}{\cos \phi - 1} = \frac{x_2}{2 \cos^2 \phi - 1}$, то решение имеет вид $x_n = C_1$.

Случай 2. Коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют системе $\begin{cases} a = b, \\ -1 < b < 3, \\ c = 1 \end{cases}$.

Общее решение уравнения (1) имеет вид $x_n = C_1(-1)^n + C_2 \cos(n\phi) + C_3 \sin(n\phi)$.

Зададим начальные условия x_0, x_1, x_2 . Тогда, решая систему

$$\begin{cases} x_0 = C_1 + C_2, \\ x_1 = -C_1 + C_2 \cos \phi + C_3 \sin \phi, \\ x_2 = C_1 + C_2 \cos 2\phi + C_3 \sin 2\phi \end{cases}$$

относительно C_1, C_2, C_3 , получаем:

$$C_1 = \frac{x_0 - 2x_1 \cos \phi + x_2}{2 + 2 \cos \phi},$$

$$C_2 = \frac{x_0(1 + 2 \cos \phi) + 2x_1 \cos \phi - x_2}{2 + 2 \cos \phi},$$

$$C_3 = \frac{x_0(1 - 2 \cos \phi) + 2x_1(1 - \cos \phi) + x_2}{2 \sin \phi}.$$

В этом случае характеристический многочлен можно представить в виде

$$P(\lambda) = \lambda^3 + a\lambda^2 + a\lambda + 1 = (\lambda + 1)(\lambda^2 + (a - 1)\lambda + 1) = (\lambda + 1)Q(\lambda).$$

При $-1 < a < 3$ многочлен $Q(\lambda)$ имеет два комплексно сопряженных корня: $\lambda_{1,2} = \frac{1}{2}(1-a) \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3+2a-a^2} \cdot i$ таких, что $\phi = \arg \lambda_1$, $\operatorname{tg} \phi = \frac{\sqrt{3+2a-a^2}}{1-a}$.

Преобразуем решение $x_n = C_1(-1)^n + C_2 \cos(n\phi) + C_3 \sin(n\phi)$, применив метод вспомогательного угла. Получим $x_n = C_1(-1)^n + \sqrt{C_2^2 + C_3^2} \cdot \sin(\phi_0 + n\phi)$, где $C_2^2 + C_3^2 \neq 0$.

Тогда $\Delta x_{n+k} = x_{n+k} - x_n = C_1((-1)^{n+k} - (-1)^n) + (\sin(\phi_0 + (n+k)\phi) - \sin(\phi_0 + n\phi))\sqrt{C_2^2 + C_3^2}$. Равенство $\Delta x_{n+k} = 0$ возможно только при четном k и $\frac{k\phi}{2} = \pi m, m \in Z$. Получаем следующее

Утверждение 2. Если коэффициенты a, b, c уравнения (1) удовлетворяют системе $\begin{cases} a = b, \\ -1 < b < 3, \\ c = 1 \end{cases}$ то все решения

уравнения (1) являются периодическими с четным периодом тогда и только тогда, когда $\frac{\phi}{2\pi} \in Q$, где

$$\phi = \arg \frac{1-a + \sqrt{3+2a-a^2} \cdot i}{2}, \operatorname{tg} \phi = \frac{\sqrt{3+2a-a^2}}{1-a}.$$

Замечание. Если $C_2^2 + C_3^2 = 0$, т. е. начальные условия удовлетворяют равенству $x_0 = -x_1 = x_2$, то решение имеет вид $x_n = C_1(-1)^n$ и является периодическим, с периодом 2.

Случай 3. Коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют системе $\begin{cases} a = -c, \\ |c| < 1, \\ b = -1 \end{cases}$.

Общее решение уравнения (1) имеет вид $x_n = C_1 + C_2(-1)^n + C_3(-a)^n$. Очевидно, что в общем случае все решения уравнения (1) являются предельными 2-циклами (здесь $x_n = u_n + v_n$, где $u_n = C_1 + C_2(-1)^n$ — 2-цикл, $v_n = C_3(-a)^n$, $\lim_{n \rightarrow \infty} (-a)^n = 0$).

Случай 4. Коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют системе $\begin{cases} b = 1 - c^2 + ac, \\ |a - c| < 2, \\ |c| < 1 \end{cases}$.

Общее решение уравнения (1) имеет вид $x_n = C_1(-c)^n + C_2 \cos(n\phi) + C_3 \sin(n\phi)$. Характеристический полином $P(\lambda)$ имеет следующие корни: действительный корень $\lambda = -c$, $|\lambda| = |c| < 1$, пару комплексно сопряженных корней $\lambda_{2,3} = \frac{a-c}{2} \pm \frac{\sqrt{4-(a-c)^2}}{2} i$, $|\lambda_2| = |\lambda_3| = 1$, $\phi = \arg \left(\frac{a-c}{2} + \frac{\sqrt{4-(a-c)^2}}{2} i \right)$, $\operatorname{tg} \phi = -\frac{\sqrt{4-(a-c)^2}}{a-c}$.

В этом случае получаем следующее

Утверждение 3. Если коэффициенты a, b, c уравнения (1) удовлетворяют системе $\begin{cases} b = 1 - c^2 + ac, \\ |a - c| < 2, \\ |c| < 1 \end{cases}$, то все решения

уравнения (1) являются предельными циклами тогда и только тогда, когда $\frac{\phi}{2\pi} \in Q$, где $\phi = \arg \left(\frac{a-c}{2} + \frac{\sqrt{4-(a-c)^2}}{2} i \right)$,

$$\operatorname{tg} \phi = -\frac{\sqrt{4-(a-c)^2}}{a-c}.$$

Работа поддержана грантом ЮУрГГПУ и КГПУ им. В. П. Астафьева (проект № 16–1022).

Литература:

1. Parhi N., Tripathy A. K. On the behavior of solutions of a class third order difference equations // Journal of Difference Equations and Applications. — 2002. — V. 8, No. 5. — P. 415–426.

2. Schmeidel E. L., Janglajew K. R. Periodicity of solutions of nonhomogeneous linear difference equations // *Advances in Difference Equations*. — 2012. — 2012:195. URL: <https://advancesindifferenceequations.springeropen.com/articles/10.1186/1687-1847-2012-195>. doi:10.1186/1687-1847-2012-195. (дата обращения: 10.12.2016)
3. Баранова А. Я., Шенмаер И. В., Нигматулин Р. М. Условная устойчивость разностного уравнения третьего порядка в критических случаях // *Молодой ученый*. — 2016. — № 25(129). — С. 113–122.
4. Козак А. Д., Новоселов О. Н. Асимптотическое поведение решений линейного однородного разностного уравнения второго порядка // *Математические заметки*. — 1999. — Т. 66, Вып. 2. — С. 211–215.
5. Нигматулин Р. М., Кипнис М. М. Свойства дискретных систем третьего порядка на границе их областей устойчивости // *Фундаментальные исследования*. — 2015. — № 9–1. — С. 39–43; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38962> (дата обращения: 10.12.2016).

О построении формул аппроксимации периодических функций составными двухточечными многочленами Эрмита

Шустов Виктор Владимирович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем (г. Москва)

Рассмотрена задача приближения периодических функций составными двухточечными многочленами Эрмита. Получены конечные формулы представления этих многочленов, которые используют значения функции и ее производных до n -го порядка включительно в заданной точке. Приведен пример построения составных многочленов Эрмита для периодической функции $f(x) = \sin x$ и данные о погрешности приближения.

Ключевые слова: периодические функции, составной двухточечный многочлен Эрмита, формулы аппроксимации функций, погрешность приближения

Введение

Для приближения периодических функций часто применяются тригонометрические функции в форме рядов Фурье. Эти ряды широко используются для решения различных задач, и им посвящена обширная литература [1] — [4].

Особенностью приближения периодических функций рядами Фурье является то, что в них используются тригонометрические функции $y = \sin x$ и $y = \cos x$, которые требуют последующего вычисления. Для вычисления этих функций используют разные методы, в частности, разложение их в степенные ряды по формуле Тейлора.

Идея предлагаемого подхода состоит в том, чтобы напрямую использовать многочлены определенного класса для представления периодических функций. В качестве таких многочленов используются двухточечные интерполяционные многочлены Эрмита [5].

1. Постановка и решение задачи

Пусть периодическая функция $f(x)$ с периодом T :

$$f(x) = f(x+T), \quad (1.1)$$

определена на интервале $(-\infty < x < \infty)$ и имеет достаточный набор производных на интервале.

Пусть также в некоторой точке $x_0 \in (-\infty, \infty)$ заданы значения функции $f(x)$ и ее производных до порядка m включительно:

$$f^{(j)}(x_0) = f_0^{(j)}, \quad j = 0, 1, \dots, m. \quad (1.2)$$

Необходимо построить составной многочлен $H(x)$, который определен на том же интервале $(-\infty < x < \infty)$ и который удовлетворяет условиям (1.1) и (1.2).

Введем новую переменную ξ , связанную с исходной переменной x соотношением:

$$\xi = \left\{ \frac{x - x_0}{T} \right\}, \quad (1.3)$$

где функция $\{z\}$ обозначает дробную часть своего аргумента, т. е. $0 \leq \{z\} < 1$.

Преобразование, выраженное формулой (1.3), сводит неограниченный промежуток изменения периодической функции к промежутку $[0, 1)$.

Вследствие того, что производные $f(x)$ также являются периодическими функциями, можно записать, что выполняются условия на правом конце отрезка:

$$f^{(j)}(x_1) = f_0^{(j)}, \quad j = 0, 1, \dots, m, \quad (1.4)$$

Задача аппроксимации периодической функции на неограниченном промежутке сводится к задаче приближения функции на отрезке с заданными условиями (1.2) и (1.4) на его концах.

Согласно [5, С. 1097] приближающий многочлен $H_m(x)$, удовлетворяющий условиям (1.2) и (1.4), можно представить в виде:

$$H_m(x) = (1-\xi)^{m+1} \sum_{j=0}^m \frac{f_0^{(j)}}{j!} (x-x_0)^j \sum_{k=0}^{m-j} c_{m+k}^k \xi^k + \xi^{m+1} \sum_{j=0}^m \frac{f_1^{(j)}}{j!} (x-x_1)^j \sum_{k=0}^{m-j} c_{m+k}^k (1-\xi)^k. \quad (1.5)$$

Переходя только к относительной переменной ξ согласно (1.3), учитывая условия выраженные (1.4) и группируя, получим следующее представление для $H_m(\xi)$:

$$H_m(\xi) = \sum_{j=0}^m \frac{f_0^{(j)} T^j}{j!} \psi_m^j(\xi), \quad (1.6)$$

где функции $\psi_m^j(\xi)$ определены формулой:

$$\psi_m^j(\xi) = (1-\xi)^{m+1} \xi^j \sum_{k=0}^{m-j} a_m^k \xi^k + \xi^{m+1} (\xi-1)^j \sum_{k=0}^{m-j} a_m^k (1-\xi)^k, \quad (1.7)$$

В таблице 1 приведены формулы двухточечного многочлена $H_m(\xi)$, полученные из соотношения (1.6), в которой функции $\psi_m^j(\xi)$ представлены в виде степеней переменной ξ и s — степень многочлена.

Таблица 1. Формулы для многочлена $H_m(\xi)$

s	m	Формулы для $H_m(\xi)$
1	0	$H_0 = f_0$
3	1	$H_1 = f_0 + f_0'(\xi - 3\xi^2 + 2\xi^3)T$
5	2	$H_2 = f_0 + f_0'(\xi - 10\xi^3 + 15\xi^4 - 6\xi^5)T + \frac{f_0''}{2!}(\xi^2 - 2\xi^3 + \xi^4)T^2$
7	3	$H_3 = f_0 + f_0'(\xi - 35\xi^4 + 84\xi^5 - 70\xi^6 + 20\xi^7)T + \frac{f_0''}{2!}(\xi^2 - 5\xi^4 + 6\xi^5 - 2\xi^6)T^2 + \frac{f_0'''}{3!}(\xi^3 - 5\xi^4 + 9\xi^5 - 7\xi^6 + 2\xi^7)T^3$

В качестве примера на рис. 1 представлены графики модуля функций $\psi_m^j(\xi)$.

Из графиков видно, что функции $|\psi_m^j(\xi)|$ обращаются в ноль в крайних точках отрезка $[0,1]$ и быстро убывают с увеличением j .

Полученные результаты можно представить в виде следующей теоремы.

Теорема. Пусть периодическая функция $f(x)$ с периодом T определена на интервале $(-\infty < x < \infty)$, имеет производные до m -го порядка включительно на этом интервале и заданы условия (1.2) в точке $x_0 \in (-\infty, \infty)$. Тогда существует

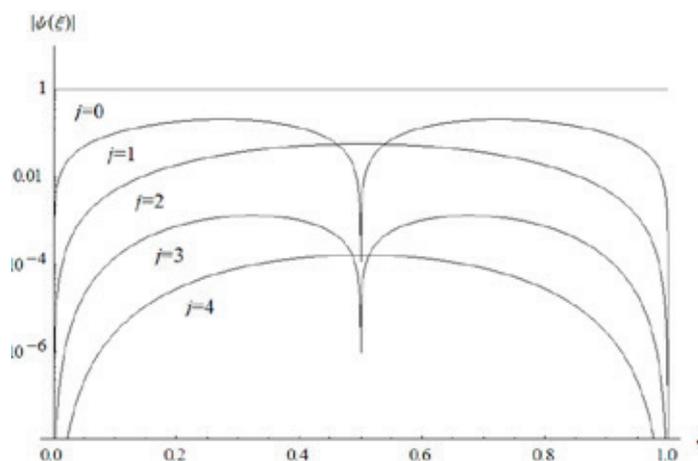


Рис. 1. Зависимость $|\psi_m^j(\xi)|$ при $j=1,2,3,4$ и для $m=4$

составной многочлен H_m , удовлетворяющий условиям (1.2), который является суперпозицией двухточечного интерполяционного многочлена Эрмита и функции $\{z\}$, и который может быть представлен в виде

$$H_m(\xi) = \sum_{j=0}^m \frac{f_0^{(j)} T^j}{j!} \Psi_m^j(\xi),$$

где переменная ξ и функции $\Psi_m^j(\xi)$ определены формулами (1.3) и (1.7), соответственно.

2. Численный пример построения приближающего многочлена

Для периодической функции $y = \sin x$, которая имеет период $T=2\pi$, производные определяются соотношением:

$$(\sin x)^{(j)} = \sin(x + \frac{\pi}{2} j), \quad j = 0, 1, \dots$$

Подставляя значения функции и ее производных в формулы, приведенные в таблице 1, получим соотношения для приближающих ее многочленов H_m , которые представлены в таблице 2.

Таблица 2. Формулы приближающего многочлена для функции $y = \sin x$

s	m	Формулы для многочлена $H_m(\xi)$
1	0	$H_0 = 0$
3	1	$H_1 = 2\pi(\xi - 3\xi^2 + 2\xi^3)$
5	2	$H_2 = 2\pi(\xi - 10\xi^3 + 15\xi^4 - 6\xi^5)$
7	3	$H_3 = 2\pi(\xi - 35\xi^4 + 84\xi^5 - 70\xi^6 + 20\xi^7) - \frac{(2\pi)^3}{3!} (\xi^3 - 5\xi^4 + 9\xi^5 - 7\xi^6 + 2\xi^7)$
9	4	$H_4 = 2\pi(\xi - 126\xi^5 + 420\xi^6 - 540\xi^7 + 315\xi^8 - 70\xi^9) - \frac{(2\pi)^3}{3!} (\xi^3 - 21\xi^5 + 63\xi^6 - 78\xi^7 + 45\xi^8 - 10\xi^9)$

На рис. 2 приведены графики многочлена $H_m(x)$ с использованием исходной переменной x для значений параметра $m=0,1,2,3,4$ и график функции $y = \sin x$.

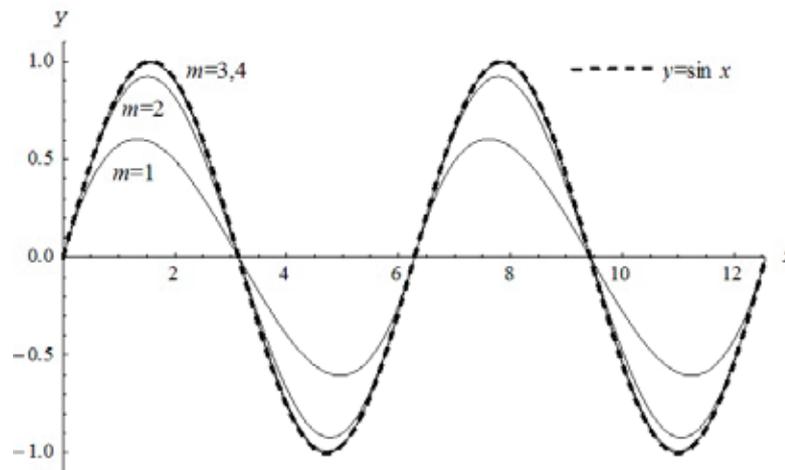


Рис. 2. Приближение функции $y = \sin x$ составным многочленом

Из рисунка видно, что с увеличением значения параметра m графики приближающих многочленов монотонно подходят к графику этой функции.

На рис. 3 показаны графики погрешности приближения $\delta(x)$, определенной по формуле $\delta(x) = |f(x) - H_m(x)|$, для различных значений параметра m .

Из графиков видно, что погрешность обращается в ноль на концах отрезка периодичности и уменьшается с возрастанием параметра m .

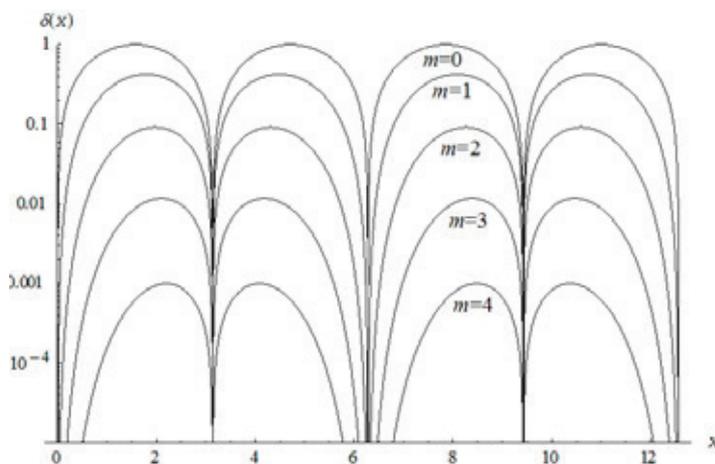


Рис. 3. Погрешность приближения $\delta(x)$ для значений параметра $m = 0-4$

Заключение

Рассмотрена задача аппроксимации периодических функций составными двухточечными многочленами Эрмита, которая решается путем расширения области применимости данного подхода аппроксимации с конечных отрезков на неограниченные в общем случае промежутки задания функции. В результате решения задачи получены конечные формулы представления периодической функции этими многочленами, которые используют значения функции и ее производных в заданной точке.

Приведен пример представления функции $y = \sin x$ последовательностью составных двухточечных многочленов, построенных для этой функции. Результаты исследований погрешности показали, что при определенных условиях составные двухточечные многочлены Эрмита могут использоваться для приближения периодических функций.

В работе использованы материалы доклада, сделанного автором на 18 Саратовской зимней математической школе [6].

Литература:

1. Романовский П. И. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа. — М.: Наука. Гл. ред. физ.—мат. лит., 1980. — 336 с.
2. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа. т. II. — М.: Высшая школа, 1981. — 584с.
3. Березин И. С., Жидков Н. П. Методы вычислений. Т. 1 — М.: Физматлит, 1962. — 464 с.
4. Воробьев Н. Н. Теория рядов — М.: Наука. Гл. ред. физ.—мат. лит., 1986. — 406 с.
5. Шустов В. В. О приближении функций двухточечными интерполяционными многочленами Эрмита // Журнал вычислительной математики и математической физики, 2015, Т. 55, № 7. С. 1091—1108.
6. Шустов В. В. О приближении периодических функций составными двухточечными многочленами Эрмита // Современные методы теории функций и их приложения: материалы 18-й Саратовской зимней математической школы, Саратов: изд. ООО «Научная книга», 2016. С. 338—341.

ИНФОРМАТИКА

Анализ атак на повышение привилегий

Ананьин Евгений Викторович, студент;
Кожевникова Ирина Сергеевна, магистрант;
Лысенко Александр Вячеславович, студент;
Никишова Арина Валерьевна, доцент,
Волгоградский государственный университет

Атаки на повышение привилегий — это такие атаки, в которых злоумышленник эксплуатирует ошибку в программном обеспечении, чтобы получить доступ к ресурсу, который обычно защищен от приложения или пользователя, что приводит к изменению привилегий для выполняемых вредоносных действий, которые осуществляются с большими привилегиями, чем предполагалось разработчиком приложения и системным администратором [1]. Известные атаки в этом типе можно разделить на две категории:

1. Вертикальное повышение привилегий — от пользователя до суперпользователя [2]: низкопривилегированный пользователь с обычной учетной записью в системе использует уязвимости ПО для доступа к функциям или данным, которые доступны только для более привилегированных пользователей или суперпользователей.

2. Горизонтальное повышение привилегий — от не-пользователя системы к пользователю: обычный пользователь с обычным доступом или без какой-либо учетной записи в системе, использует некоторую уязвимость системы или ПО для того, чтобы получить доступ к функциям или контенту, доступные для других обычных пользователей [3].

Некоторые примеры хорошо известных атак на повышение привилегий описаны в данной статье.

Атаки на переполнение буфера

Буфер представляет собой непрерывный участок памяти, такой как массив или указатель в языке Си. Частым явлением является то, что в ПО нет автоматических проверки границ буфера. Переполнение происходит, когда программа или процесс пытается хранить больше данных в буфере, чем было зарезервировано для хранения. Поскольку буферы создаются для хранения конечного количества данных, избыточная информация должна куда-то записаться, что приводит к записи в соседние ячейки па-

мяти, и тем самым портит и перезаписывает данные, хранящиеся в них. Для выполнения атаки на переполнение буфера и используют эту уязвимость и в соседние ячейки помещают код, который злоумышленник пытается выполнить в переполненной зоне буфера. Атакующий затем перезаписывает адрес возврата функции, чтобы он указывал обратно в буфер и выполнил код, предназначенный для запуска некоторых действия, таких как запуск оболочки shell с правами суперпользователя, уничтожение пользовательских файлов, изменение данных, или разглашение конфиденциальной информации.

Широко известная атака на переполнение буфера была проведена на Microsoft Outlook и Outlook Express в 2000 году [4]. Из-за ошибки в коде, сделанной Microsoft, злоумышленники были способны выполнить любой код на компьютере-жертве, просто отправив письмо по электронной почте. В отличие от других типичных почтовых вирусов, пользователи не могли защитить себя, не открывая вложенные файлы, поскольку уязвимость была в алгоритме обработки заголовка сообщения, поэтому вредоносный код выполнялся в системе в тот самый момент, как письмо загружалось с сервера. Некоторые другие хорошо известные атаки на переполнение буфера для повышения привилегий использовали Sendmail, который переполняет буфер в алгоритме декодирования MIME в Sendmail (SMTP)-службе на системах с Linux и IMAP, которая использует ошибку в коде авторизации транзакции входа в систему из IMAP-службы на Linux-системах.

Типичные меры противодействия для атак на переполнение буфера состоит из написания безопасного кода, обеспечения неисполнимости стека, встроенных проверок на безопасность в компиляторе. Тем не менее, ни одно из перечисленных решений не может полностью исключить проблему переполнения буфера из-за стандартного framework языка программирования Си и недостатка опыта программирования разработчика программного обеспечения.

Атаки на системы с неправильной конфигурацией

Каждая система безопасности должна быть настроена администратором для некоторых параметров, чтобы применить необходимую часть политики безопасности и гарантировать, что система предоставляет только те функциональные возможности, в которых нуждаются пользователи. Как правило, это означает, включение только необходимых частей системы и отключение прочих [5]. Проблема может возникнуть, когда администратор забывает отключить ненужные пользователю части системы. Любая неверная или незавершенная настройка системы может быть использована злоумышленниками для того, чтобы преодолеть защитный барьер или узнать о возможной уязвимости в системе. В результате неправильная настройка системы или неустановленное вовремя обновление ПО, стала одним из самых значительных уязвимостей предприятий, с которым сталкиваются в последнее время, и прогноз показывает, что на такие атаки приходится 70% успешных атак WLAN в течение 2009 года.

Некоторые хорошо известные примеры таких атак — bruteforce атака на FTPWrite. Злоумышленник знает имя пользователя и подбирает пароля из списка возможных паролей. Если администратор не меняет имя пользователя и пароль по умолчанию, угадать возможные пароли будет очень легко. Brute-force атака может быть обнаружена и предотвращена путем установки максимального числа неудачных попыток входа для каждой службы или при необходимости вставляя некоторую задержку между двумя последовательными попытками входа в систему. Другой атакой на FTP является использование гостевой учетной записи. При неправильно настроенных правах гостевого пользователя и директорий, гость сможет создавать и загружать в директории других пользователей и суперпользователя файлы, например файл rhosts, который позволит получить злоумышленнику доступ к системе с большими правами нежели доступны гостевой учетной записи. Мониторинг гостевых аккаунтов и отслеживание создаваемых ими файлов легко пресечет такого рода атаку.

«Состояние гонки»

Состояние гонки — ошибка проектирования многопоточной системы или приложения, при которой работа системы или приложения зависит от того, в каком порядке выполняются части кода. Своё название ошибка получила от похожей ошибки проектирования электронных схем. Состояние гонки — «плавающая» ошибка, проявляющаяся в случайные моменты времени и «пропадающая» при попытке её локализовать.

Литература:

1. R. Albert, H. Jeong, and A. Barabasi, Error and attack tolerance in complex networks, Nature 406 (2000), 387–482.

Хорошо известный пример это атака при входе пользователя в старых версиях Unix-систем, в которой, когда создается новый процесс «login», существует короткий промежуток времени, когда новый процесс выполняется в режиме приоритета (kernel или root) и еще не переключился на нормальный режим работы пользователя [6]. В это время, если пользователь несколько раз нажал кнопку «ESC» во время входа в систему, то возможно, что будет отменено изменение от root к user, давая человеку полные права и доступ ко всей системе. Появления такой уязвимости зависело только от того, была ли нажата клавиша «ESC» до или после перехода системы к пользовательскому режиму.

Другие возможные места, где может появляться такая уязвимость — открытие и проверку shell или пакетный файл, выполнение подпрограммы, проверка пароля или проверка имени пользователя. В некоторых операционных системах, первоначальная проверка производится для того, чтобы проверить безопасность оболочки shell или исполняемого файла. После подтверждения, файл передается другому процессу для выполнения. В течение этого короткого временного окна, злоумышленник может иметь возможность заменить подтвержденный файл другим, что позволяет свободно выполнять вредоносные действия.

Наличие богатого опыта в написании многопоточных приложений у разработчика часто позволяет избежать состояний гонки потоков и процессов. Кроме того необходимо следить за обновлениями ПО, чтобы не допустить эксплуатацию атаки при нахождении ее злоумышленником.

Атака «Man-In-The-Middle»

Атака Man-In-The-Middle (MITM) является одной из форм активного перехвата в которой злоумышленник контролирует весь диалог между жертвами, делая независимое соединение с каждой жертвой, передавая сообщения между жертвами и имитировать, что они говорят непосредственно друг с другом по частной связи. Для того чтобы провести успешную атаку MITM, атакующий должен иметь возможность перехватывать все сообщения, идущие между двумя жертвами, вводить новые и выдавать себя за каждую конечную точку [7]. Хотя большинство криптографических протоколов или иной форме механизмов аутентификации конечных точек может предотвратить MITM-атаки, они все равно часто используются злоумышленником в любых сетях, например, атаки на пользователей в общедоступной беспроводной сети.

Сильный механизм шифрования является лучшей контрмерой против MITM-атак, например использование SSH вместо Telnet, механизмы шифрования файлов (например, PGP или Entrust), или контрольные суммы сеансов.

2. H. Aljifri, M. Smets, and A. Pons, IP traceback using header compression, *Computers & Security* 22 (2003), no. 2, 136–151.
3. Никишова А. В. Программный комплекс обнаружения атак на основе анализа данных реестра // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10. Инновационная деятельность. — 2012. — № 6. — С. 152–155.
4. Аткина В. С. Оценка эффективности катастрофоустойчивых решений // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10. Инновационная деятельность. — 2012. — № 6. — С. 45–48.
5. S. M. Bellovin, M. Leech, and T. Taylor, ICMP traceback messages, (2000).
6. V. Berk, G. Bakos, and R. Morris, Designing a framework for active worm detection on global networks, *Proceedings of the IEEE International Workshop on Information Assurance (Darmstadt, Germany)*, 2003.
7. N. Brent, G. Lee, and H. Weatherspoon, Netbait: a distributed worm detection service, *Tech. Report IRB-TR-03-033*, Intel Research Berkeley, September 2003.

Адаптивное управление модульными роботами на примере многоногого робота с двумя типами конечностей

Демин Александр Викторович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник
Институт систем информатики имени А. П. Ершова СО РАН (г. Новосибирск)

1. Введение

Гиперизбыточные робототехнические системы, такие как змеевидные и многоногие роботы, многозвенные манипуляторы, модульные роботы и др., обладают существенными преимуществами по сравнению с традиционными системами. Гиперизбыточность позволяет не только решать более широкий круг задач, но и повысить отказоустойчивость системы. Особо следует отметить активно развивающееся в последнее время направление робототехники под названием «модульные роботы» [1,2], основная идея которого заключается в конструировании сложных роботов из множества простых однотипных модулей. Данное направление сулит целый ряд новых возможностей, начиная с создания роботов-трансформеров, меняющих свою конструкцию для решения конкретных задач, и заканчивая удешевлением производства за счет использования однотипных модулей.

Однако развитие и использование гиперизбыточных робототехнических систем сталкивается с серьезными трудностями, связанными со значительной сложностью управления подобными системами. Наличие большого количества степеней свободы делает невозможным применение традиционных подходов к созданию систем управления путем прямого задания сенсорно-моторных функций человеком-разработчиком. Поэтому становится актуальной разработка способов автоматического порождения системы управления на основе различных моделей обучения.

В мировой практике в области адаптивного управления гиперизбыточными и модульными системами чаще всего предлагаются решения, основанные на использовании

популяционных методов (эволюционные методы, методы роя частиц и т.д.) в интеграции с другими известными методами машинного обучения (Reinforcement Learning, нейронные сети и др.) [3–7]. Общим недостатком подобных решений является невозможность обучения в режиме реальной работы и слабая масштабируемость относительно увеличения сложности системы (количества степеней свободы). В целом, следует отметить, что в настоящее время пока еще не предложено достаточно универсального решения задачи адаптивного управления гиперизбыточными системами.

В наших работах предлагается альтернативный подход к созданию обучающихся систем управления для модульных роботов, основанный на использовании логико-вероятностных методов извлечения знаний из данных и эксплуатации свойств функциональной симметрии элементов конструкции роботов. В соответствии с данным подходом управляющие правила системы описываются при помощи языка логики первого порядка, что позволяет использовать логико-вероятностные методы извлечения знаний из данных для обнаружения эффективных правил управления в статистических данных о взаимодействии системы с окружающим миром. В качестве основного пути для преодоления проблемы большого числа степеней свободы предлагается идея использования функциональной симметрии элементов системы, что позволяет существенно сократить пространство поиска управляющих правил за счет использования одних и тех же правил для схожих по своим функциям модулей. Интеграция логико-вероятностного подхода и свойств функциональной симметрии позволили разработать специальный метод поиска управляющих правил, который в первую очередь пытается найти правила, общие для всех модулей, а уже

затем специфицировать их для каждого конкретного модуля в отдельности.

В предыдущих работах [8–11] были описаны примеры применения предложенного подхода для обучения типичных представителей простейших гиперизбыточных модульных роботов: змеевидного робота, многоногого робота и хоботовидного манипулятора. Полученные результаты продемонстрировали основные преимущества подхода: обучение и адаптацию в режиме реальной работы, высокую скорость обучения и хорошую масштабируемость относительно увеличения сложности системы. Однако рассмотренные примеры моделей роботов были ограничены тем, что их конструкции состояли из одинаковых модулей. В данной работе исследуется применимость предложенного подхода для управления модульными роботами, состоящими из разных типов модулей. С этой целью был поставлен эксперимент по обучению способам передвижения виртуальной модели простого многоногого робота, имеющего конечности двух разных типов. На примере данной модели оценивалась применимость подхода и эффективность обучения.

2. Модель обучающейся системы управления

Рассматриваемая модель системы управления представляет собой нейронную сеть, в которой базовым элементом управления является обучаемый логический нейрон. Задачей каждого логического нейрона является управление отдельным модулем робота.

Предполагается, что логические нейроны функционируют в дискретном времени $t = 0, 1, 2, \dots$. Каждый нейрон содержит некоторый набор входов $input_1, \dots, input_k$, принимающих действительные значения, и один выход $output$, принимающий значения из заранее заданного набора $\{y_1, \dots, y_m\}$. В каждый момент времени t на входы нейрона подается входящая информация путем присвоения входам некоторых действительных значений $input_1 = x_1, \dots, input_k = x_k$, $x_1, \dots, x_k \in \mathbb{R}$. Результатом работы нейрона является выходной сигнал $output = y$, $y \in \{y_1, \dots, y_m\}$, принимающий одно из возможных значений $\{y_1, \dots, y_m\}$.

Работа всей совокупности нейронов определяется множеством логических правил с оценками, имеющих следующий вид:

$$\forall i(P(i), X_1(i), \dots, X_m(i), Y(i) \rightarrow r) \quad (1)$$

где $i = 1, \dots, n$ — переменная по объектам — индексам нейронов.

$X_j(i) \in \mathbb{X}$ — предикаты из заданного множества входных предикатов \mathbb{X} , описывающих входы j нейронов N_i ($i = 1, \dots, n$). К примеру, в простейшем случае данные предикаты могут быть заданы как $X_j(i) = (input_k(i) = x_r)$, где x_r — некоторые константы из области значения входящих сигналов, которые могут быть заданы, к примеру, путем квантования диапазона возможных значений соответствующих входов нейронов

$Y_j(i) \in \mathbb{Y}$ — предикаты из заданного множества выходных предикатов \mathbb{Y} , описывающих выходы нейронов N_i ($i = 1, \dots, n$) и имеющих вид $Y_j(i) = (output(i) = y_r)$, где y_r — некоторые константы из набора значений выходных сигналов.

$P(i) \in \mathbb{P}$ — предикаты из набора предикатов \mathbb{P} , заданные на множестве индексов нейронов. Смысл данного набора — сужать область применения правил вида (1) до конкретных нейронов или групп нейронов. К примеру, в простейшем случае данные предикаты могут иметь вид $(i = j)$, где $j = 1, \dots, n$. Эти предикаты будут принимать значение «истина» только для конкретных нейронов $j = 1, \dots, n$. В эксперименте, описанном ниже, использовались предикаты $((i \bmod 2) = 0)$ и $((i \bmod 2) = 1)$, принимающие значение «истина» соответственно только для четных либо только для нечетных индексов нейронов.

r — награда, максимизация которой является постоянной задачей нейрона.

Данные закономерности предсказывают, что если на вход нейрона N_i , $i = 1, \dots, n$ будут поданы сигналы, удовлетворяющие входным предикатам $X_1(i), \dots, X_m(i)$ из посылки правила, и нейрон подаст на свой выход сигнал, указанный в выходном предикате $Y(i)$, то математическое ожидание награды будет равно некоторой величине r .

Поясним важность введения множества предикатов \mathbb{P} . В том случае, если правила (1) не содержат предикатов из \mathbb{P} , то они будут иметь вид $\forall i(X_1(i), \dots, X_m(i), Y(i) \rightarrow r)$ и будут описывать закономерности, общие для всех нейронов N_i , $i = 1, \dots, n$. Добавление в посылку правила предиката из \mathbb{P} автоматически суживает область применения правила до какого-либо конкретного нейрона либо группы нейронов. Таким образом, правила, содержащие предикаты из \mathbb{P} , описывают закономерности, специфичные для конкретных нейронов либо групп нейронов.

Основной задачей системы управления является достижение определенной цели. По факту достижения этой цели система получает от внешней среды награду. Функция награды задается в зависимости от конечной цели и служит оценкой качества управления. Таким образом, задачей обучения системы управления является обнаружение таких правил функционирования нейронов, которые бы обеспечивали получение максимальной награды.

Для нахождения правил вида (1) используется алгоритм, основанный на идеях семантического вероятностного вывода, описанного в работах [12, 13]. При помощи данного алгоритма анализируется множества данных, хранящих статистику работы нейронной сети (вход-выход нейронов и полученная награда) и извлекаются все статистически значимые закономерности вида (1). В данной работе мы не будем приводить описание алгоритма семантического вероятностного вывода. Подробное описание можно найти в работах [12, 13].

Преимущество использования семантического вероятностного вывода и правил вида (1) состоит в организации

поиска правил таким образом, что сначала будут обнаруживаться правила, общие для всех нейронов, а только затем — более сложные, включающие специфичные для конкретных нейронов и групп нейронов правила. В результате, в задачах управления модульными роботами, если хотя бы часть модулей имеет схожие функции, которые можно описать общими правилами, предложенный подход позволяет существенно сократить время поиска решения.

Функционирование нейронной сети в целом происходит следующим образом. На каждом такте работы сети на входы нейронов поступают входящие сигналы. После чего последовательно для каждого нейрона запускается процедура принятия решения, в процессе которой из множества правил, описывающих работу нейронов, выбираются те, которые применимы к текущему нейрону на текущих входных сигналах. Затем среди отобранных правил выбирается одно правило, прогнозирующее максимальное значение математического ожидания награды r . Далее на выход нейрона подается выходной сигнал $output = y$, указанный в правиле. В начальной стадии функционирования сети, когда множество правил, описывающих работу нейронов, еще пусто, либо когда нет правил, применимых к текущему набору входящих сигналов, выход нейрона определяется случайным образом. После того, как все нейроны сгенерируют свои выходные сигналы, запускаются на выполнения все действия модулей, инициируемые данными сигналами. Если в результате выполнения этих действий система достигает поставленную цель, то от внешней среды поступает награда и осуществляется обучение, в процессе которого ищутся новые и корректируются текущие правила работы в соответствии с предложенным алгоритмом поиска закономерностей.

3. Симулятор модульного робота

Эксперименты с предложенной моделью системы управления осуществлялись при помощи специально разработанного трехмерного симулятора с физическим движком, позволяющего моделировать сложные меха-

нические системы в виртуальном окружении. Программа специально создавалась для проведения экспериментов по обучению и управлению различными моделями роботов в среде, приближенной к реальному миру. Программа обладает возможностями визуализации виртуальной среды и записью экспериментов в видео-файл. В качестве физического движка в симуляторе используется открытая библиотека Open Dynamic Library (ODE) [14], которая позволяет моделировать динамику твердых тел с различными видами сочленений. Преимуществом данной библиотеки является скорость, высокая стабильность интегрирования, а также встроенное обнаружение столкновений.

Основной задачей эксперимента являлась проверка возможностей предложенной модели успешно обнаруживать эффективные управляющие правила для различных типов модулей. С этой целью в симуляторе была создана модель многоногого робота, состоящая из двух повторяющихся типов модулей (рис. 1). Четные модули имеют пару Г-образных конечностей с правой и левой стороны, способные двигаться только в горизонтальной плоскости. Нечетные модули имеют пару прямых конечностей, способных двигаться только в вертикальной плоскости. Модули поочередно соединены друг с другом посредством жестких сочленений. Всего робот имеет шесть модулей: три модуля с Г-образными конечностями и три — с прямыми.

Задачей системы управления являлось обучение эффективному способу движения вперед данной модели робота. Очевидно, что робот может эффективно двинуться вперед только за счет продвижения Г-образных конечностей назад. Однако поскольку Г-образная конечность может двигаться только в горизонтальной плоскости, то для того, чтобы забросить ее вперед для следующего шага и при этом не сдвинуть робота в обратном направлении, необходимо задействовать прямые конечности, чтобы приподнять робота над землей. В результате, эффективное движение робота возможно только при согласованной работе модулей разных типов. Таким образом, выбранная конструкция робота, несмотря на простоту, является хорошей тестовой моделью для проверки воз-

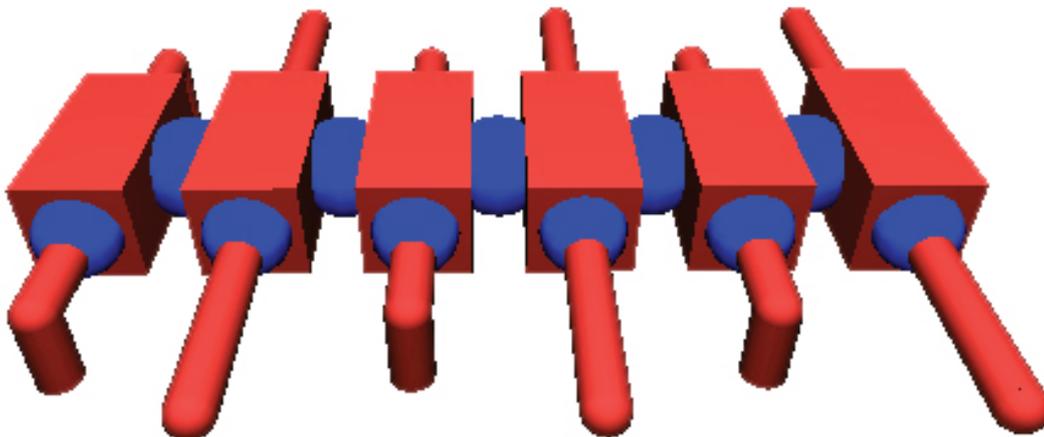


Рис. 1. Модель робота в 3D-симуляторе

возможностей системы обнаруживать согласованные управляющие правила для различных типов модулей.

4. Система управления движением робота

Схема нейронного контура, выбранного для управления роботом, состояла из шести нейронов — по одному нейрону на каждый модуль робота. Каждый нейрон N_i , $i = 1, \dots, 6$ контролировал движения левой и правой конечности своего модуля, подавая активирующие сигналы на соответствующие угловые двигатели, вращающие конечности в суставе. Для упрощения задачи движения левой и правой конечностей каждого модуля были синхронизированы таким образом, что одна конечность зеркально повторяла движения другой. Таким образом, каждому нейрону достаточно было выдавать только один активирующий сигнал, чтобы привести в движение сразу обе конечности.

Первый нейрон N_1 получает на свой вход информацию о положении конечностей первого модуля. Эта же информация поступает на входы всех остальных нейронов N_i , $i = 2, \dots, 6$. Таким образом, в данной схеме состояние первого модуля, по сути, можно рассматривать как своеобразный счетчик тактов для всех остальных модулей.

Награда для системы управления рассчитывалась по факту завершения цикла выполнения шага и возврата конечностей первого модуля в исходную точку. Под шагом подразумевается вся последовательность действий, которая была выполнена в промежуток времени между текущим и предыдущим фактами нахождения конечностей

в исходном состоянии. В качестве исходной точки было выбрано максимальное вертикальное положение конечностей первого модуля.

Вычисление награды осуществлялось следующим образом. Пусть в текущий момент времени t_1 положение конечностей первого модуля соответствуют исходной точке начала шага. Пусть t_0 — предыдущий момент времени, когда эти конечности находились в исходной точке. Тогда все действия в промежутке времени от $(t_0 + 1)$ до t_1 будут входить в цикл выполнения шага, а награда для этих моментов времени t , где $(t_0 + 1) \leq t \leq t_1$ и $(t_0 + 1) < t_1$, будет равна $r = S / (t_1 - (t_0 + 1))$. Где S — расстояние, которое преодолел робот по направлению вперед за этот же промежуток времени (от $(t_0 + 1)$ до t_1). В случае «пустого» шага, т. е. когда $t_1 = (t_0 + 1)$ и конечности первого модуля просто остаются в исходной точке два такта подряд, награда для момента времени t_1 устанавливается равной 0. Данная функция награды стимулирует систему управления находить такие последовательности действий, которые бы позволяли преодолевать как можно большее расстояние при совершении как можно меньшего числа действий.

Используя симулятор 3D-симулятор, был проведен ряд успешных экспериментов по обучению рассмотренной системы управления способам передвижения. В серии экспериментов системе управления удавалось стабильно обнаруживать правила управления, обеспечивающие согласованные движения конечностей модулей разных типов, приводящие к эффективному перемещению робота вперед. На рисунке 3 приведен пример оптимальной последовательности движений, найденной в процессе обучения.

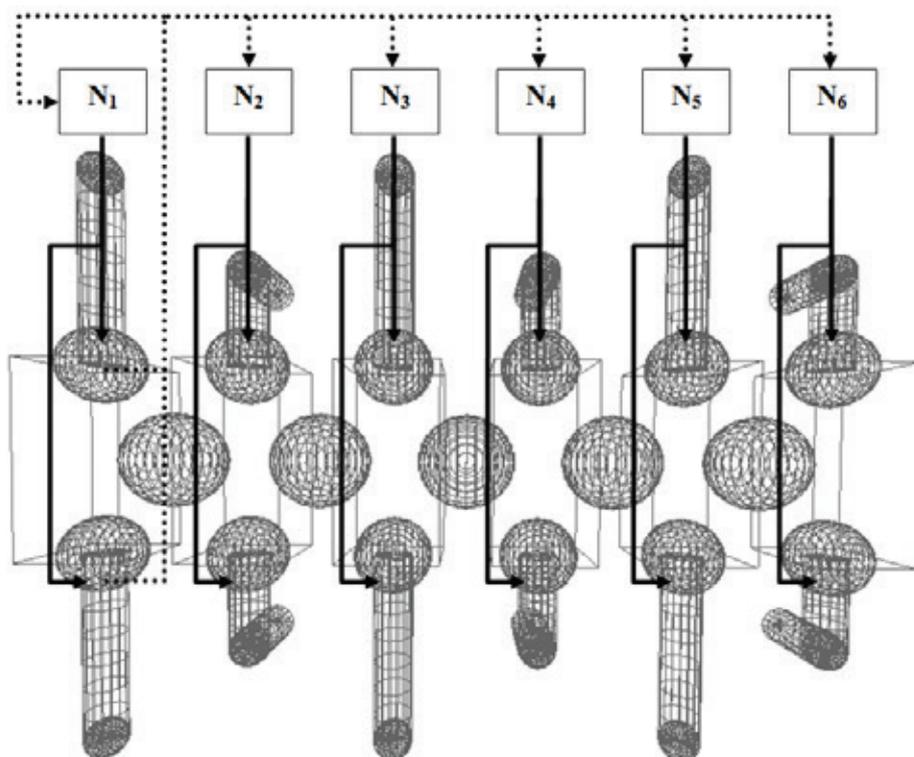


Рис. 2. Схема нейронного контура управления роботом

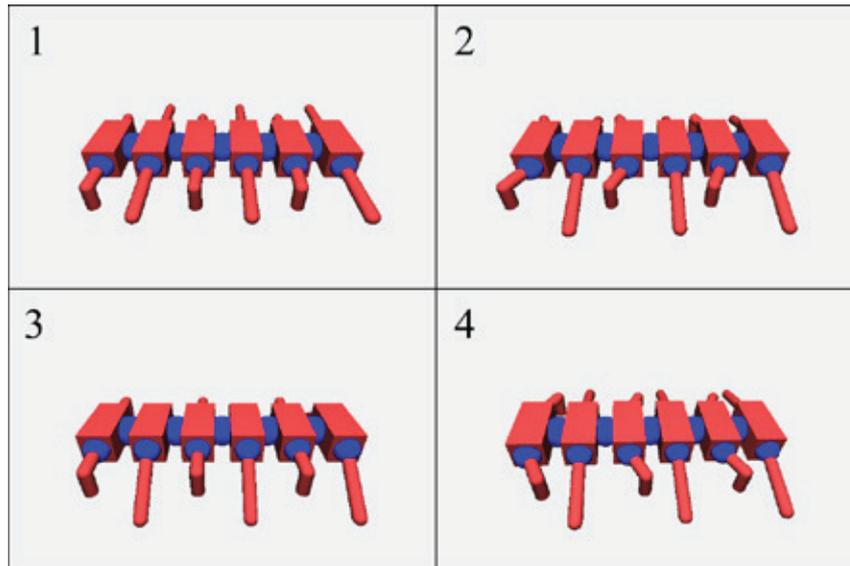


Рис. 3. Последовательность движений робота при перемещении вперед

5. Заключение

В данной работе описан новый подход к созданию обучающихся систем управления для модульных роботов, основанный на использовании свойств функциональной схожести модулей и логико-вероятностного алгоритма направленного поиска правил. Важной особенностью подхода является то, что при обучении системы появляется возможность использовать не только статистические данные о ее взаимодействии со средой, но и дополнительную информацию о конструктивных особенностях самой системы, а именно: функцио-

нальную симметрию модулей. Данная возможность позволяет существенно сократить пространство поиска решений и увеличить скорость обучения. Результаты проведенного эксперимента подтвердили, что предложенный подход может быть с успехом использован для управления модульными роботами, состоящими из разных типов модулей.

6. Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-07-00386.

Литература:

1. Yim M. H., Duff D. G., Roufas K. D. Modular reconfigurable robots, an approach to urban search and rescue // 1st International Workshop on Human Welfare Robotics Systems (HWRS2000). — 2000. — pp. 19–20.
2. Stoy K., Brandt D., Christensen D. J. Self-Reconfigurable robots: an introduction // Intelligent robotics and autonomous agents series. — MIT Press, 2010. — 216 p.
3. Bongard J. C. Evolutionary Robotics // Communications of the ACM. — 2013. — Vol. 56. — No. 8. — pp. 74–83.
4. Kamimura A., Kurokawa H., Yoshida E., Tomita K., Murata S., Kokaji S. Automatic locomotion pattern generation for modular robots // Proceedings of 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation. — 2003. — pp. 714–720.
5. Ito K., Matsuno F. Control of hyper-redundant robot using QDSEGA // Proceedings of the 41st SICE Annual Conference (2002). — 2002. — V. 3. — pp. 1499–1504.
6. Marbach D., Ijspeert A. J. Co-evolution of configuration and control for homogenous modular robots // Proceedings of the eighth conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS8). — IOS Press, 2004. — pp. 712–719.
7. Valsalam V. K., Miikkulainen R. Modular neuroevolution for multilegged locomotion // In Proceedings of GECCO. — 2008. — pp. 265–272.
8. Демин А. В. Адаптивное управление модульным хоботовидным манипулятором // Молодой ученый. — 2016. — № 3. — С. 47–52.
9. Демин А. В. Обучающаяся система управления движением для 3D модели многоногого робота // Молодой ученый. — 2015. — № 19 (99). — С. 74–78.
10. Демин А. В. Обучение способам передвижения виртуальной модели змеевидного робота // Молодой ученый. — 2014. — № 19 (78) — С. 147–150.
11. Demin A. V. Adaptive Locomotion Control System for Modular Robots // International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems. — 2015. — Vol. 1. — No. 4. — pp. 92–96.

12. Демин А. В. Адаптивное управление роботами с модульной конструкцией // Системы управления, связи и безопасности. — 2015. — № 4. — С. 180–197.
13. Демин А. В., Витяев Е. Е. Логическая модель адаптивной системы управления // Нейроинформатика. — 2008. — Т. 3. — № 1. — С. 79–107.
14. Smith R. Open Dynamics Engine. — URL: <http://ode.org/>.

Роль процесса оптимизации в работе систем баз данных

Иванов Константин Константинович, студент;

Ефремов Анатолий Александрович, студент;

Ващенко Илья Александрович, студент;

Научный руководитель: Сухомлинов Анатолий Иванович, профессор
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Как известно, под оптимизацией в информатике понимается модификация системы для улучшения её эффективности. Однако, казалось бы, этот процесс не имеет никакого отношения к таблицам с данными. И это на самом деле так. Но, когда речь заходит об обработке этих данных, обойтись без оптимизации никак нельзя.

Оптимизация является одной из сильных сторон реляционных баз данных [1], так как производится автоматически на довольно высоком семантическом уровне. Здесь оптимизатор (программа, выполняющая оптимизацию) представляет собой некий аналог искусственного интеллекта, а именно экспертной системы [2]. Это обусловлено тем, что в оптимизаторе «реализованы знания и опыт лучших из лучших программистов», благодаря чему этими знаниями и опытом могут воспользоваться менее квалифицированные специалисты. В противовес вышесказанному в нереляционных базах данных возможна лишь ручная оптимизация, при которой пользователь сам определяет, последовательность каких низкоуровневых процедур будет соответствовать определенному запросу. Данный подход является большим минусом подобных систем баз данных, так как любое неверно принятое пользователем решение не может быть исправлено системой [1].

Для того, чтобы наяву убедиться в том, что автоматическая оптимизация жизненно необходима системам баз данных, рассмотрим следующий пример. Пусть нам необходимо выбрать номера групп, в которых обучается хотя бы один отличник за все время обучения. Всего есть 100 групп и 5000 студентов, причем только 50 из них являются отличниками. Информация о группах хранится в переменной отношения А, а информация о студентах (для каждого студента проставлен его средний балл по итогам всех аттестаций за все время обучения) — в переменной отношения В, причем первичный ключ переменной отношения А является внешним по отношению к переменной отношения В. Имеется два возможных варианта выполнения поставленной задачи:

1. При использовании первого из них сначала произойдет соединение переменных отношения А и В по внеш-

нему ключу, для выполнения которого потребуется найти для каждой из 5000 записей о студентах одну соответствующую запись из ста об учебных группах. В результате соединения будет получена новая переменная отношения (допустим, С) из 5000 соединенных кортежей, для хранения которой, вполне возможно, может даже не хватить места в оперативной памяти, из-за чего придется записать эту переменную отношения С на диск. Затем будет проведена выборка тех кортежей, в которых атрибут со значением среднего балла студента за все время обучения будет равен 5, но для проведения выборки потребуется опять загрузить переменную отношения С в оперативную память. Так как отличников всего 50, то новая полученная переменная отношения сможет поместиться в оперативной памяти. После этого будет проведена последняя операция, в ходе которой будет сформирован список групп, в которой обучаются эти отличники.

2. При использовании второго из них сначала будет проведена операция выборки, в результате которой будет сформирована переменная отношения, содержащая лишь записи о 50 студентах-отличниках. Затем эта переменная отношения будет соединена с переменной отношения, хранящей сведения об учебных группах, по внешнему ключу, причем новая переменная отношения также будет содержать 50 кортежей. Последний шаг с формированием списка групп полностью идентичен последнему шагу из первого варианта.

Представленный выше пример ярко демонстрирует важность оптимизации. Ведь если по каким-то причинам был бы выбран первый вариант и отсутствовала автоматическая оптимизация, то подобная операция выполнялась бы в разы медленнее, чем она могла бы, при этом используя относительно большой объем памяти.

Тем не менее, варианты выполнения не всегда настолько сильно разнятся, что выбор можно сделать практически моментально. Поэтому для принятия правильного решения оптимизатор использует большой набор статистических показателей базы данных [1]. Обычно, это набор представляет собой следующие сведения:

1. Для каждой переменной отношения:
 - Кардинальность — количество кортежей [3];
 - Количество страниц, занятых переменной отношения;
 - Доля пространства, занимаемого переменной отношения;
2. Для каждого атрибута каждой переменной отношения:
 - Количество различных значений атрибута;
 - Второе наибольшее и второе наименьшие значения атрибута;
 - Несколько наиболее часто встречаемых значений атрибута с их частотностью при условии, что это индексированный атрибут;
3. Для каждого индекса:
 - Индикатор кластеризации (совпадает ли логический порядок значений ключа с порядком физического размещения);
 - Количество листовых страниц в индексе;
 - Количество уровней в индексе.

Именно эти данные помогают оптимизатору принять правильное решение о выполнении того или иного запроса. Но каков в целом алгоритм его действий?

Оптимизация любого запроса затрагивает следующие четыре стадии [1]:

1. Преобразование запроса во внутреннюю форму. На данной стадии запрос переводится в формат, удобный для машинной обработки, для чего удаляются различные внешние конструкции. Данная стадия является подготовительной — в ходе нее проводятся работы, необходимые на дальнейших этапах.
2. Преобразование запроса в каноническую форму. Оптимизация запроса на этом этапе все еще проходит в от-

рыве от данных и путей доступа к ним. Здесь происходит замена запроса эквивалентной ему канонической формой, представляющий собой некоторый более эффективный запрос. Это происходит из-за того, что любой запрос может быть сформирован как минимум десятком способов, многие из которых только из-за своей записи будут серьезно тормозить работу. Для выполнения этой стадии оптимизатор использует четко определенные законы преобразования.

3. Выбор потенциальных низкоуровневых процедур. На этой стадии во внимание принимаются все имеющиеся статистические показатели базы данных. Так, для каждого запроса, уже представленного в канонической форме, определяется серия операций более низкого уровня, для каждой из которых, в свою очередь, имеется набор процедур реализации еще более низкого уровня. С каждой такой процедурой реализации связана параметризованная формула стоимости, с помощью которой можно определить затраты, связанные с выполнением данной процедуры. В итоге происходит так называемый выбор пути доступа, в ходе которого для каждой операции в запросе подбирается несколько вариантов процедур реализации.

4. Генерация различных планов вычисления запроса и выбор плана с минимальными затратами. На этой стадии на основании выбора пути доступа формируются потенциальные планы запросы, из которых выбирается тот, суммарная стоимость процедур реализации которого является наименьшей.

В заключение хотелось бы еще раз отметить, что оптимизация, являющаяся одной из сильных сторон реляционных баз данных, имеет огромную роль и ее использование в работе систем баз данных не просто желательно, а жизненно необходимо для эффективной работы.

Литература:

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание: Пер. с англ. / К. Дж. Дейт. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.
2. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.: ил.
3. Краморенко, Н. В. Базы данных. / Н. В. Краморенко. — Дальневосточный государственный университет, Тихоокеанский институт дистанционного образования и технологий. Режим доступа: <https://imcs.dvfu.ru/struc/kkt/inform/studies/BD/dvgu085.pdf> (дата обращения: 10.11.2016).

Искусственный интеллект. Основные направления исследований

Иванов Константин Константинович, студент;

Лужин Владимир Михайлович, студент;

Кожевников Дмитрий Вадимович, студент;

Научный руководитель: Москаленко Юрий Сергеевич, кандидат технических наук, профессор
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Термин «artificial intelligence» был предложен в 1956 году на семинаре, посвященном разработке

методов решения логических задач, в городе Ганновере, США. На русский язык его перевели как «искус-

ственный интеллект», однако подобное трактование вводит многих в ступор. Точнее будет сказать, что это нечто, созданное человеком и способное рассуждать разумно. Более научное определение гласит, что искусственный интеллект, или ИИ, представляет собой направление исследований, «целью которого является разработка аппаратно-программных средств, позволяющих пользователю-непрограммисту ставить и решать свои, традиционно считающиеся интеллектуальными задачи, общаясь с ЭВМ на ограниченном подмножестве естественного языка» [1]. Существуют два основных подхода к исследованию ИИ: нейрокибернетика и кибернетика «черного ящика».

Первый подход основан на том, что мыслить способен исключительно человеческий мозг, поэтому для создания ИИ необходимо воссоздать его структуру. Подобные системы называют нейронными сетями. Особое внимание уделяется биологическому аспекту. Предполагается, что открытие биологической обработки информации позволит совершить невиданный скачок в развитии [2]. Поэтому нейрокибернетика, необходимость применения которой многократно возрастает при решении плохо формализованных задач, имеет большую популярность в наше время. Так, ученым из Цюриха удалось создать постоянную память на основе ДНК. Тем не менее, и без биологической обработки информации создаются и развиваются самообучающиеся (использующие уже накопленный опыт) нейронные сети, заточенные, например, под распознавание образов.

Второй же подход гласит, что неважно то, как будет устроен ИИ, а важно лишь то, что он должен преобразовать данные как человеческий мозг. Большое внимание в данном подходе уделяется решению интеллектуальных задач. Именно из-под его крыла появились первые системы, основанные на знаниях, которые также называются экспертными системами. Они представляют собой набор знаний высококлассных специалистов определенных предметных областей, который будет в дальнейшем использоваться менее квалифицированными специалистами.

Существуют огромное число направлений исследований в области искусственного интеллекта. К их числу, например, относятся [1]:

1. Представление знаний и разработка система, основанных на знаниях. Данное направление является основным в области разработки ИИ, отвечая за описанные выше экспертные системы, то есть за предоставление некоторых структурированных знаний с точки зрения инженерии знаний, суть которой заключается в формализации этих добытых знаний.

2. Программное обеспечение систем ИИ. Разработано немалое число языков программирования, в которых на первом месте стоят не вычислительные процедуры, а логические и символьные. Наиболее известными из них являются языки Лисп и Пролог. Язык Лисп был создан американским информатиком Джоном Маккарти

для решения задач искусственного интеллекта и является важнейшим языком в среде символьной обработки информации [3]. На языке Лисп написано огромное число программ в области работы с естественным языком, что делает основополагающим для использования в области ИИ. В свою очередь, язык Пролог, также созданный в качестве языка программирования для решения задач искусственного интеллекта, отвечает за логику. Математическая логика является формализацией мышления человека, поэтому ее применение в ИИ неизбежно [4]. Нельзя не упомянуть, что к ПО систем ИИ относятся экспертные системы, наполнение которых знаниями происходит уже после их разработки. Ярким примером подобной системы является оболочка EXSYS, с помощью которой можно решить проблемы любой проблемной области, в которой решение задачи происходит путем выбора одного варианта из нескольких, причем этот выбор основан на строгой логике.

3. Разработка естественно-языковых интерфейсов и машинный перевод. Самым ярким представителем данного направления долгое время являлись системы перевода с одного языка на другой. Большинство из нас пользовались такими системами и отмечали иногда так называемый «корявый» перевод. Связано это с тем, что машине необходимо понять смысл текста, ведь именно так и переводит текст человек (он не просто заменяет слова одного языка их эквивалентом другого языка, а анализирует передаваемый ими смысл), а это является очень сложной задачей. Тем не менее, прогресс в данной области на лицо. Сейчас наиболее перспективным представителем данного направления являются голосовые помощники, которые анализируют речь человека и выполняют соответствующие действия. Наиболее известными являются Siri от компании Apple и Google Assistant от компании Google.

4. Интеллектуальные роботы. Сегодня робототехника очень популярна, ведь роботы уже широко используются в промышленности. Тем не менее, пока они не отвечают задаче искусственного интеллекта, заключающейся в их самоорганизации. На пути к этому стоят проблемы машинного зрения и адекватного хранения, а также обработки трехмерной визуальной информации [1]. Но работа идет и уже совершаются первые серьезные шаги. Так, например, в области машинного зрения удалось добиться того, что на смену прежним роботам, запрограммированным на то, чтобы взять деталь и выполнить операцию в определенном месте и в определенное время, и являющимися попросту слепыми, пришли новые роботы, оснащенные видекамерами и новым программным обеспечением, что позволяет им идентифицировать и искать детали, а это, в свою очередь, делают систему передвижения менее дорогостоящей [5].

5. Обучение и самообучение. Результатам исследований в ходе данного направления являются системы, способные накапливать знания и принимать решения, исходя из накопленного опыта. Подобные системы обу-

чаются по некоторым примерам, после чего запускается процесс их самообучения.

6. Распознавание образов. Процедура распознавания некоторого образа происходит за счет каждого объекта с некоторым набором признаков, присущих ему. Данное направление тесно развивается с предыдущим, благодаря чему распознавание становится более верным за счет уточнения признаков и обучения на ошибках.

7. Новые архитектуры компьютеров. Уже давно стало понятно, что традиционная архитектура компьютера не позволит решать задачи, стоящие перед искусственным интеллектом. В связи с этим огромные усилия направлены на разработку абсолютно новых аппаратных архитектур. Уже есть специальные машины, заточенные под языки Лисп и Пролог, которые, соответственно, предназначены для решения задач символьной обработки и логических задач.

8. Игры и машинное творчество. В любой современной компьютерной игре найдется место искусственному интеллекту. ИИ анализирует действия игрока и отвечает на них, используя свою встроенную логику. Ярким примером является игра в шахматы, в которой ИИ уже

дается обыгрывать гроссмейстеров! Этот результат удивителен, как и машинное творчество, которые заключаются, например, в создании музыки и написании стихов.

Конечно, существуют и другие направления исследований в области искусственного интеллекта. К их числу относят генетические алгоритмы, когнитивное моделирование, интеллектуальные интерфейсы, распознавание и синтез речи, многоагентные системы, менеджмент знаний, логический вывод, формальные модели, мягкие вычисления и многое другое [1]. Подобное многообразие связано с тем, что область применения искусственного интеллекта настолько широка, что всего лишь попытка каким бы то ни было образом ее ограничить уже является настоящей наукой.

Таким образом, можно сделать вывод, что искусственным интеллектом стоит будущее. Исследования, открытия и разработки в данной области позволят нам совершить качественный скачок вперед в своем развитии, а также повседневно решать огромный перечень задач, работа с которыми представляется нам сейчас невозможной или крайне сложной.

Литература:

1. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.: ил.
2. Круг, П. Г. Нейронные сети и нейрокомпьютеры: Учебное пособие по курсу «Микропроцессоры». / П. Г. Круг. — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 176 с.
3. Хювёнен, Э. Мир Лиспа. Т. 1: Введение в язык Лисп и функциональное программирование / Э. Хювёнен, И. Септянен. — М.: Мир, 1990. — 458 с.
4. Солдатова, О. П. Логическое программирование на языке Visual Prolog: учебное пособие / О. П. Солдатова, И. В. Лёзина. — Самара: СНЦ РАН, 2010. — 81 с.: ил.
5. Современная робототехника. Что новенького? // Информационно-аналитический ресурс о рынке робототехники в России и мире «Robogeek.Ru». Электронный ресурс. URL: <http://www.robogeek.ru/analitika/sovremen-naya-robototehnika-cto-novenkogo> (дата обращения: 09.10.2016).

Знания и системы, основанные на знаниях

Иванов Константин Константинович, студент;

Лужин Владимир Михайлович, студент;

Кожевников Дмитрий Вадимович, студент;

Научный руководитель: Москаленко Юрий Сергеевич, кандидат технических наук, профессор
Дальневосточный федеральный университет

Знания. Казалось бы, это слово известно нам еще с детства, и каждый из нас понимает его смысл. Но это всего лишь иллюзия. Многие даже не задумываются об этом, однако, когда дело доходит до сферы интеллектуальных систем, этот вопрос встает крайне остро. И вправду, что же такое эти знания? И чем они отличаются от обычных данных?

В первую очередь, необходимо отметить, что под данными понимаются «отдельные факты, характеризую-

щие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойства». Знания же представляют собой некоторые «закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области.

Чтобы лучше понять представленные выше определения, проиллюстрируем их примером. Представим, что

мы рассматриваем равноускоренное движение автомобиля. Этот автомобиль ехал некоторое время со скоростью 63 км/ч (или 17,5 м/с), после чего начал двигаться

с постоянным ускорением в 1 м/с. Его движение регистрировали в течение 10 секунд. В итоге были зафиксированы результаты, представленные на рисунке 1.

Время, с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скорость, м/с	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5	22,5	23,5	24,5	25,5	26,5	27,5
Пройденный путь, м	0	18	37	57	78	100	123	147	172	198	225

Рис. 1. Результаты измерения

Полученные результаты являются данными, так как они представляют собой отдельные факты движения автомобиля. Знанием же в данном случае будут формулы равноускоренного движения $v = v_0 + a*t$ и $s = v_0*t + a*t^2/2$, которые являются законами, связывающими между собой различные наборы данных.

Однако недостаточно просто различать между собой данные и знания. Крайне важно эти знания представить определенным образом, соответствующим выбранной предметной области. К основным моделям представления знания относятся следующие четыре [1]: продукционная модель, семантическая сеть, фрейм и формальная логическая модель.

В продукционной модели все знания представлены в виде «Если (условие), то (действие)». Принцип работы таких систем довольно прост. Есть некоторый набор ис-

ходных данных, который является условием. По этому набору осуществляется поиск в базе знаний. Если поиск завершается успехом, то будет выполнено соответствующее действие. Возможна и обратная ситуация, когда происходит поиск от цели для ее подтверждения до данных. Продукционная модель привлекает своей «наглядностью, высокой модульностью, легкостью внесения дополнений и изменений и простотой механизма логического вывода».

Семантическая сеть состоит из множества различных объектов (понятия, события, свойства или процесса), объединенных между собой определенными отношениями. Пример семантической сети представлен на рисунке 2. Вершинами здесь являются понятия «Животное», «Шимпанзе», «Дерево», «Бананы». Кроме того, в примере также имеются свойства «Возраст» и «Цвет» и их значения «15 лет» и «Желтый» соответственно.



Рис. 2. Пример семантической сети

Фрейм представляет собой некий абстрактный образ объекта, минимально описывающий его. Фрейм может быть структурой, ролью, сценарием или ситуацией. Каждый фрейм обладает определенным набором свойств и их значений. Важной особенностью фреймов является наследование свойств. Пример сети фреймов представлен на рисунке 3. Здесь происходит наследо-

вание свойств от фрейма «Животное» к фрейму «Рыба» и далее к фрейму «Акула». Поэтому свойствами фрейма «Акула», кроме перечисленных в фрейме, будут также способность передвигаться и умение плавать. Однако рост не будет наследоваться от фрейма «Рыба» к фрейму «Акула», так как в фрейме «Акула» идет переопределение этого свойства.

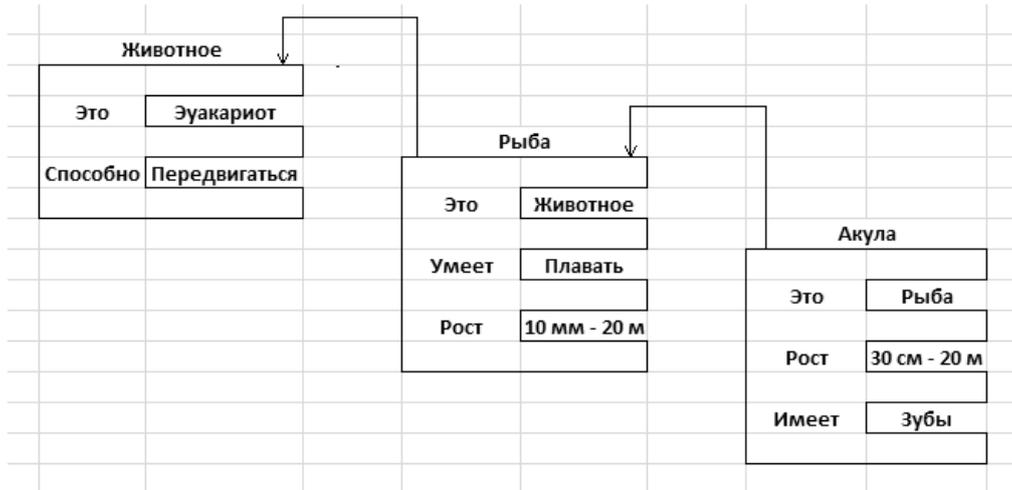


Рис. 3. Пример сети фреймов

Формальная логическая модель основана на классическом исчислении предикатов первого порядка. При использовании данной модели предметная область описывается в виде набора аксиом. Формальная логическая модель предъявляет очень высокие требования и ограничения к предметной области, поэтому используется гораздо реже представленных выше моделей.

Системы, основанные на знаниях, называют экспертными. Они представляют собой «сложные программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и тиражирующие этот эмпирический опыт для консультаций менее квалифицированных пользователей». Такие системы работают следующим образом: пользователь посылает запрос к системе через интерфейс взаимодействия, а система, используя базу знаний, выдает наиболее подходящую рекомендацию, объясняя принятое решение с помощью встроенной подсистемы объяснений. Экспертные системы имеют обширную классификацию. Например, их можно разделить следующим образом [1]:

1) По решаемой задаче: интерпретация данных, диагностика, проектирование, прогнозирование, планирование или обучение.

2) По связям с реальным временем: статические, квазидинамические или динамические.

3) По типу ЭВМ: на суперЭВМ, на ЭВМ средней производительности, на символьных процессорах, на рабочих станциях или на ПЭВМ.

4) По степени интеграции: автономные или гибридные (интегрированные).

В заключение хотелось бы отметить, что экспертные системы, наполненные ценными знаниями, накопленными человечеством, являются одним из фундаментальных направлений исследований в области искусственного интеллекта. Их вклад крайне сложно переоценить, но одно можно сказать точно — за подобными системами, обеспечивающими передачу знаний от одного поколения к другому — будущее.

Литература:

1. Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.: ил.

Обеспечение защиты данных в базах данных

Иванов Константин Константинович, студент;

Юрченко Роман Николаевич, студент;

Ярмонов Антон Сергеевич, студент;

Научный руководитель: Маркин Василий Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

Использование электронных картотек данных, называемых базами данных, серьезно облегчило жизнь

людям. Их несомненные преимущества перед бумажными носителями информации на лицо, и одним из них является

возможность организации защиты данных. Однако этот процесс является довольно сложным и имеет множество проблемных аспектов, но прежде чем перейти к ним необходимо разобраться, что же именно подразумевается под защитой данных.

Защита данных есть «предотвращение доступа к ним со стороны несанкционированных пользователей» [1]. Довольно простое определение, которое говорит нам о том, что все множество людей некоторым образом делится на тех, кто имеет доступ к данным (точнее, к определенным данным), и на тех, кто этого доступа не имеет, и что необходимо не допустить доступа к этим данным последних. Тем не менее, не все так просто и зачастую ключевую роль играют даже не внутренние аспекты (организация защиты исключительно в рамках системы управления баз данных), а внешние. К их числу относятся:

1. Получение доступа к данным на законных основаниях, например, судом.
2. Охрана помещения с физическими носителями информации.
3. Принятие решений о разрешении некоторым людям доступа к данным.
4. Использование дополнительных средств защиты в устройствах и операционной системе.

К внутренним же факторам относится шифрование данных и разделение прав между пользователями с их идентификацией. Шифрование данных применяется для защиты от физического несанкционированного доступа. Суть шифрования состоит в представлении данных в таком виде, чтобы по ним было невозможно восстановить их первоначальный вид, не имея специального ключа шифрования. Существует множество алгоритмов шифрования, каждый из которых стремится в той или иной степени выполнить поставленную задачу. Однако более интересным является вопрос разделения прав доступа между пользователями и идентификация этих пользователей.

Представим, что доступ к данным получило некоторое число человек. Но как системе понять, кто перед ним — человек, получивший доступ, или нет? Подобный процесс называется аутентификацией. Обычно у каждого пользователя есть свой идентификатор и пароль, известный только ему. В более продвинутых системах имеются куда более сложные системы аутентификации: распознавание отпечатков пальцев, характеристик ладони, голоса, сетчатки глаза, подписей и много другого. Чем сложнее процедура аутентификации, тем больше вероятность того, что посторонний человек не сможет получить доступ к данным.

Чаще всего пользователям не предоставляют доступ ко всем данным, а лишь к некоторым определенным. Существует три способа разделения прав: избирательный, мандатный и комбинированный (сочетает в себе первые два способа).

При использовании избирательной схемы управления доступом каждому пользователю обычно выдаются привилегии на доступ к некоторым данным, а не ограничива-

ется доступ к остальным. Каждая привилегия (или полномочие) регистрируется в системном каталоге. Для нее известны ее имя, переменная отношения и разрешенные с ней операции (выборка, вставка, удаление, обновление или все вместе), а также список пользователей, которым эта привилегия выдана. Стоит также отметить, что любую выданную привилегию можно с легкостью отозвать. Однако более интересно, что происходит, когда пользователь, не имеющий полномочий на выполнение операций с некоторыми данными, пытается этими данными каким-либо образом манипулировать. В самом простом варианте ему будет показано окно с ошибкой, где будет сказано, что у него нет прав на выполнение данной операции. В более сложных системах возможно блокирование пользователя или занесение всех событий, происходящих в системе, в специальный контрольный журнал. Делается все это по причине того, что, к сожалению, не существует непреодолимых систем защиты. Чаще всего в контрольном журнале хранятся записи, содержащие информацию о пользователе, совершенной им операции, номере устройства, дате и времени операции, исходные и измененные значения. Все это, например, может позволить восстановить данные при их злонамеренной порче.

При использовании мандатной схемы управления доступом каждому объекту данных ставится в соответствие некоторый классификационный уровень, а каждому пользователю — уровень допуска. Благодаря этому создается иерархическая структура, довольно удобная в управлении, но абсолютно не гибкая в расчете на одного конкретного пользователя, так как права задаются сразу большой группе пользователей. При такой системе управления чем выше уровень допуска, тем к большему числу данных имеет доступ пользователь. Не может возникнуть такой ситуации, когда пользователь с более низким уровнем допуска имеет доступ к данным, к которым не имеет доступа пользователь с более высоким уровнем доступа. Тем не менее, довольно часто используется комбинирование мандатной и избирательной схемы управления доступом. В таком случае, например, мандатно происходит распределение доступа к данным на уровне отделов, а уже в самих отделах — избирательно.

Большой интерес также представляют статистические базы данных, в которых возможно только агрегирование данных (работа только с совокупностью данных). Например, можно узнать средний возраст всех сотрудников, но нельзя узнать конкретный возраст определенного сотрудника. Однако иногда за счет логических выводов удается преодолеть это ограничение, так как «обобщенные значения содержат следы исходной информации, и она может быть восстановлена злоумышленником после соответствующей обработки достаточного количества этих обобщенных значений» [2]. Данная проблема получает все большее распространение и ее отлично иллюстрирует следующий пример.

Представим, что у нас есть переменная отношения, содержащая данные о жильцах некоторого дома. Данная

переменная отношения представлена на рисунке 1. У пользователя есть возможность запрашивать только агрегированные данные, однако он хочет узнать, какова площадь квартиры, в которой проживает Мария. Он знает, что она работает швеей. Тогда, если сначала он запросит число записей, в которых по атрибуту пол будет значение женский, а по атрибуту специальность — швея,

и получит единицу, то он поймет, что в доме есть только одна женщина-швея, и, как ему известно, это Мария. Тогда запрос о сумме значений атрибута площадь по записям, у которых по атрибуту пол будет значение женский, а по атрибуту специальность — швея, выдаст конкретную площадь квартиры Марии, причем злоумышленник будет точно знать, что за значение он получил.

Имя	Пол	Квартира	Площадь	Специальность
Антон	м	1	30	Дизайнер
Михаил	м	2	40	Слесарь
Мария	ж	2	40	Швея
Сергей	м	3	35	Тренер
Наталья	ж	3	35	Бухгалтер
Инна	ж	4	30	Юрист
Илья	м	5	40	Маркетолог

Рис. 1. Переменная отношения

Очевидно, что защита статистической базы данных в данном случае была нарушена, хотя пользователь не вводил запрещенных запросов. Это случилось из-за того, что злоумышленник обладал средством слежения, что Мария — женщина-швея. К сожалению, чаще всего довольно просто получить подобное средство слежения, защититься от которого почти нельзя. Существуют некоторые предположения, как именно можно решить эту проблему, но они связаны с большими расходами. Поэтому считается, что необходимо для начала определить,

что важнее — конфиденциальность данных или возможность «вычисления статистических показателей для произвольных подмножеств данных в базе» [1].

Таким образом, можно сделать вывод, что, несмотря на обилие различных подходов в организации защиты данных, к ним все равно можно получить несанкционированный доступ, однако чем больше подобных подходов будет предпринято, тем больше вероятность того, что они отпугнут злоумышленника и данные останутся в целостности и сохранности.

Литература:

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание: Пер. с англ. / К. Дж. Дейт. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.
2. Denning D.E., Denning P.J. Data Security // ACM Comp. Surv. — September 1979. — 11, № 3.

Моделирование нейронных сетей Кохонена на графических процессорах

Козлов Андрей Алексеевич, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Нейросетевые технологии является мощным математическим аппаратом, что позволяет выявлять скрытые закономерности. Подобные задачи необходимо решать во многих предметных областях, таких как медицина, геологическая разведка, анализ сложных экономических систем и тому подобное. При этом, если в отдельных областях допустимо проводить обработку исходных данных в отложенном режиме, то во многих других,

например, при диагностике актуального состояния технической системы, необходимо проводить анализ в режиме реального времени или в режиме, близком к нему.

К настоящему моменту времени применение нейросетевых технологий при работе с большими массивами данных во многом ограничивалось лабораторными исследованиями в режиме отложенного времени, поскольку программная реализация модели нейронной сети отли-

чалась низкой скоростью работы или требовалась разработка специализированных аппаратных средств. Поэтому ставится задача — овладеть типичными современными аппаратными средствами и в полной мере задействовать их возможности для обеспечения существенного прироста производительности нейронной сети.

Реализация нейронной сети Кохонена с использованием технологии CUDA

Процесс обучения нейронной сети Кохонена можно представить в виде трех этапов: вычисление расстояния между представленным на сети образцом и каждым нейроном сети (рис. 1), определение победителя и изменение весовых коэффициентов. В самоорганизующихся картах Кохонена присутствует также дополнительный этап — определение мер соседства.

Для нахождения расстояния может быть использована произвольная метрика. Если решаемая задача имеет географическую привязку или если осуществляется только предварительное ознакомление с предметной областью и ее свойства не выяснены, то часто используют евклидову метрику. Тогда расстояние определяется по формуле

$$d_k = \sqrt{\sum_{i=1}^N (\omega_{ik} - x_i)^2}.$$

С целью повышения скорости обучения операцию извлечения квадратного корня можно исключить, так как в конечном итоге интерес представляет не собственно значение расстояния, а соотношение расстояний.

Рассмотрим модель показанную на рис. 1. Здесь в качестве примера показана сеть, состоящая из восьми нейронов, но общая ее структура при изменении количества нейронов существенно не изменится. Предполагается, что количество входных нейронов не задана условиями задачи и может быть выбрана произвольно. В этом случае она целесообразно задавать, учитывая оптимальное количество одновременно выполняемых потоков на графическом ядре. Использование меньшего количества нейронов приведет к тому, что графическое ядро будет загружено не полностью, следовательно, не будет достигнута максимально возможная производительность вычислительной системы. Увеличение числа нейронов реализуется довольно просто при условии, что их число является кратным количеству одновременно работающих потоков. В этом случае каждый элемент будет просчитывать два или более нейронов последовательно. Не рекомендуется использовать количество нейронов, не кратное количеству потоков, поскольку, кроме простоя части процессорных элементов, это потребует добавления условных операторов, что в технологии CUDA является нежелательным, учитывая производительность.

Следующий этап — нахождение победителя. Для этого необходимо найти наименьшее расстояние и определить индекс соответствующего ему нейрона. Этот этап может быть представлен в виде задачи восхождения, то есть вычисления такого рода, когда на каждом шагу количество обрабатываемых данных уменьшается вдвое. Лучшим способом разбиения этого этапа на составляющие будет деление массива исходных данных пополам и попарное

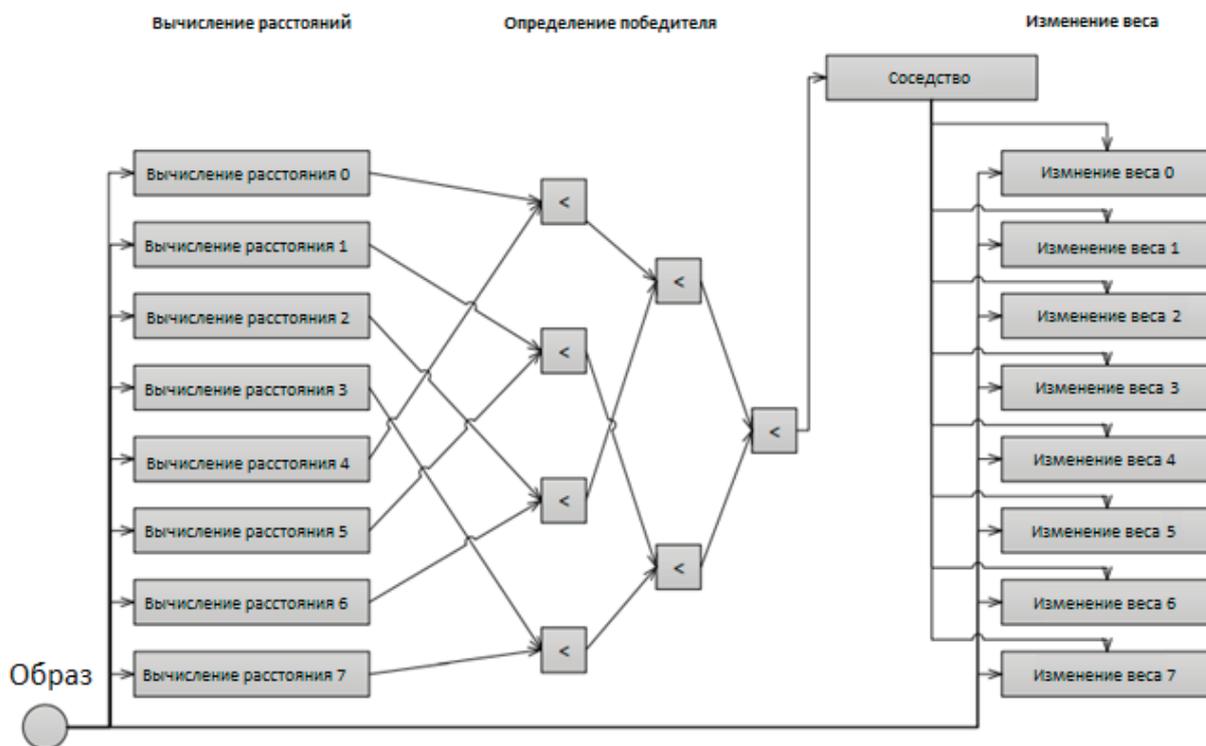


Рис. 1. Модель карты Кохонена, реализованной по технологии CUDA

сравнение между собой элементов, расположенных последовательно в каждой половине массива. Именно такой выбор элементов для сравнения связан с особенностями организации глобальной и общей памяти [3].

В случае работы с классической сетью Кохонена, обнаружив победителя, можно будет сказать, в какой именно из нейронов исходное значение должно равняться единице, а значит, можно сразу приступить к изменению весовых коэффициентов по формуле

$$\omega_{ik} = \omega_{ik} + \lambda(x_i - \omega_{ik}),$$

где λ — коэффициент скорости обучения.

Этот процесс с вычислительной точки зрения выполняется аналогично этапу определения расстояний, то есть каждый элемент просчитывает вес одного нейрона, и эти расчеты выполняются параллельно.

Последовательность из этих трех этапов выполняется многократно. На каждой итерации на вход подается новый образец, который, как правило, избирается произвольно. Также общепринятой практикой является постепенное уменьшение коэффициента скорости обучения.

Несколько особняком стоит процесс определения мер соседства, который используется в самоорганизующихся картах. Его особенность заключается в том, что выполнить его можно одновременно перед началом об-

учения сети, поскольку соседство между нейронами не зависит от их весовых коэффициентов, а определяется исключительно, учитывая индексы нейронов и выбранный тип координатной сетки — прямоугольной или гексагональной. [5] Из-за сравнительно малого количества нейронов предварительное вычисление мер соседства вполне целесообразно, потому таблицу соседства можно хранить в общей памяти. При увеличении количества нейронов объема общей памяти может оказаться недостаточно. Задать для таблицы соседства глобальную память нет смысла, поскольку доступ к ней является одним из «узких» мест в архитектуре CUDA. Поэтому в последнем случае продуктивным решением будет выполнение расчета соседства между каждым из нейронов и нейроном заново на каждой итерации.

Анализ производительности

Для тестирования были использованы самоорганизующиеся карты Кохонена размером 16x16, 16x32 и 32x32. Они содержали три входных сигнала и один выходной. В этом случае смысловое наполнение сигналов значения не имеет. То есть это могут быть сигналы от датчиков температуры, давления, вибрации и т.д. Законы распределения значений в сигналах, частота их изменений, взаимная корреляция

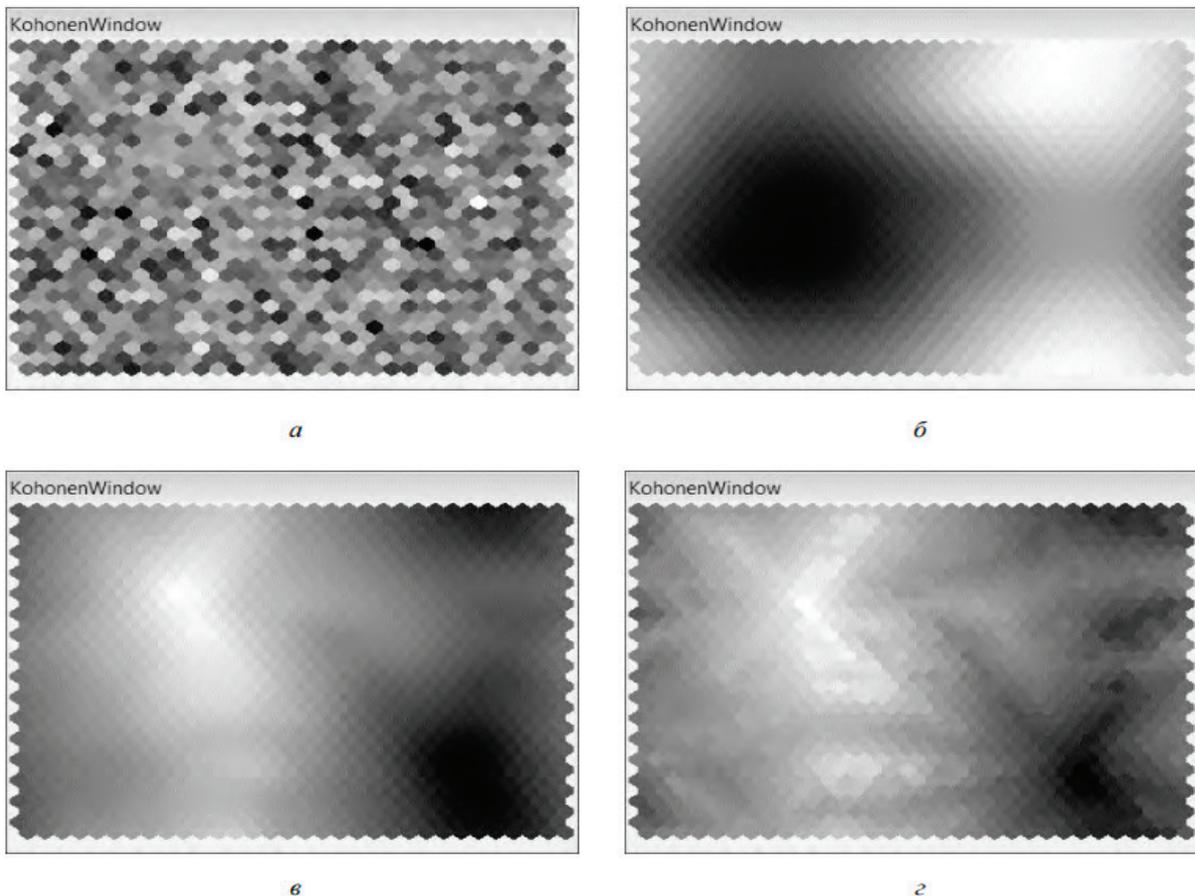


Рис. 2. Этапы обучения карты Кохонена:

а — исходное состояние; б — 10 тыс. итераций, в — 200 тыс. итераций, г — 1 млн итераций

и другие показатели непосредственно на скорость обучения сети не влияют, однако они могут предоставить косвенное влияние, так как по меньшей зашумленности и из-за менее сложного закона взаимосвязи входных сигналов для обнаружения скрытых закономерностей достаточно будет меньшего количества итераций во время учебы.

На рис. 2 показана самоорганизующаяся карта на разных стадиях обучения. Начальный ее состояние (рис. 2, а) представляет собой полностью зашумленную область, поскольку начальные веса нейронов, как правило, назначаются случайно. На протяжении обучения карты на ней постепенно вырисовываются большие темные и светлые пятна, поскольку нейроны с близкими весами стремятся приблизиться друг к другу (рис. 2, б), а затем границы областей становятся четче выраженными, и часто при этом

можно наблюдать несколько кластеров (рис. 2, в). В продолжение обучения кластеры становятся все более мелкими вплоть до отдельных нейронов (рис. 2, г). Такое положение, как правило, свидетельствует об определенном переобучении сети.

Результат тестирования изображен на рис. 3. В этом случае фиксировалось количество учебных итераций, а именно — устанавливалось равным 1 млн. И оценивалось время, необходимое для их выполнения. Как видим, во всех случаях время не превысило 100 с. Подобное количество итераций во многих случаях будет больше, чем нужно для предварительной настройки сети, а полученное время обучения — вполне приемлемым для интерактивной работы оператора с вычислительной системой.

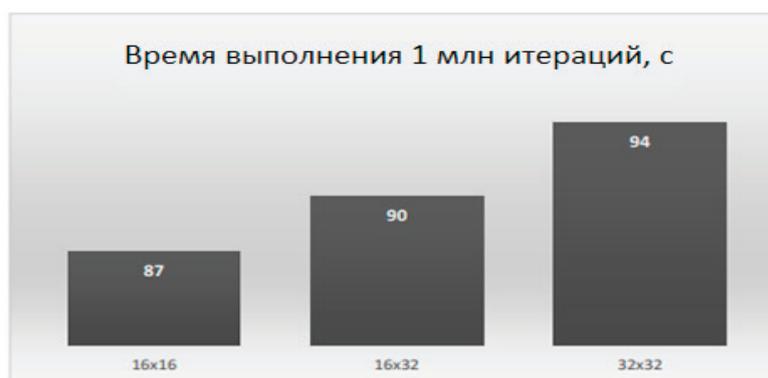


Рис. 3. Продуктивность карты Кохонена, реализованной при использовании технологии CUDA

Также видим, что при уменьшении размера самоорганизующейся карты время обучения снижается незначительно. Например, при переходе от карты размером 32x32 к карте размером 16x16, то есть за уменьшение количества нейронов в 4 раза, время обучения снизилось примерно на 7%. Такое поведение нейронной сети, реализованной в соответствии с моделью на рис. 2, согласуется с предсказуемой, поскольку одновременно со снижением количества нейронов уменьшалось и количество работающих потоков в GPU.

Размер обучающей выборки в проведенном тестировании равен 65 536. Ключевым здесь является то, что такой объем данных уже не может быть размещен в общей памяти, следовательно, предполагается, что массив образцов обучающей выборки размещен в глобальной памяти видеокарты. Учитывая числовые характеристики современных видеокарт и средние объемы вы-

борок в большинстве задач, эту ситуацию можно считать характерной. При увеличении объема обучающей выборки может осуществляться подкачка данных из ОЗУ (при необходимости) в память видеокарты непосредственно в процессе вычислений на GPU. Существенного влияния на производительность не будет.

Выводы. На этапе разработки модели самоорганизующейся карты и при выборе ее количественных показателей, таких как количество нейронов и количество элементов в обучающей выборке, должно быть учтено много ограничений и особенностей GPU. В этом случае реализация самоорганизующейся карты Кохонена с использованием графического процессора на основе технологии CUDA позволяет достичь скорости обучения сети около 105 итераций в секунду, что открывает перспективы использования самоорганизующихся карт в системах мягкого реального времени.

Литература:

1. Кохонен Т. Самоорганизующиеся карты // пер. с англ В. Агеев; под ред. Ю. Тюменцева. — М.: Бином, 2008. — 656 с.
2. Гергель В. П. Теория и практика параллельных вычислений. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. — 424 с.
3. Олещук О. В., Попель А. Е., Копытчук М. Б. Моделирование полносвязной нейронной сети с использованием технологии CUDA // Вестник Национального университета «Львовская политехника». — 2012. — № 747. — С. 131–139.

4. CUDA Zone. http://www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html (Last access: 01.12.2016).
5. Юндин А.С. Использование нейронных сетей для повышения надежности хранения данных // Молодой ученый. — 2016. — № 27.

Сравнительный анализ методов представления информации для мобильных устройств

Костенок Кирилл Олегович, студент
Тольяттинский государственный университет

Ключевые слова: мобильные технологии, мобильные устройства, адаптивный дизайн, мобильное приложение, фиксированный дизайн

Существует два направления технической реализации проектов для мобильных устройств: web-сайт и мобильное приложение. Web-сайты в свою очередь подразделяются на два вида: сайты с использованием «фиксированной верстки» и сайты с «адаптивный дизайн» [1].

Термин «фиксированный дизайн» используется для обозначения макета страницы, который создается на основе слоев заданной ширины. Для всех пользователей, сайт, построенный на таком макете, будет отображаться вполне корректно, однако, при слишком больших разрешениях, большая часть экрана остается не занятой [2]. В случаи с мобильными устройствами, что может вызвать дискомфорт у пользователя. Примером сайта с «фиксированным дизайном» является сайт «Тольяттинского Государственного Университета» [3], пример

его отображения на мобильном устройстве представлен на рисунке 1.

Термин «адаптивный дизайн» впервые был введен Итаном Маркоттом [4] в его статье, представленной публике в мае 2010 года. Все аспекты адаптивной верстки он изложил в своей книге «Responsive Web Design». Данный термин был расширен Джеффри Зельдманом, чтобы оно покрывало любые подходы, обеспечивающие ясное визуальное восприятие в независимости от размера экрана и разрешения матрицы и других ограничений пользовательского устройства [5].

Адаптивный дизайн — это дизайн, оперирующий с несколькими макетами сайта или его разметкой для обеспечения наилучшего его использования на различных, заданных за ранее разрешениях [6].



Рис. 1. Сайт «Тольяттинского Государственного Университета» на Samsung Galaxy S II PLUS

Элементы сайта на макетах адаптивного сайта могут скрываться, заменяться другими, могут менять свое местоположение и поведение, а также объединяться в функциональные модульные единицы.

Адаптивный дизайн требует работы с объектной моделью элементов на странице, что подразумевает их смену вложенности (иерархии) на различных типах устройств.

Не является обязательным обеспечение одинакового вида сайта и его функционала в разных браузерах. Воз-

можно использование новых технологий, не поддерживаемых старыми версиями программ — потому что дизайн, как было сказано выше, адаптируется под определенные типы устройств [7].

Для приведения примера поведения адаптивного сайта на разных устройствах с разными размерами и разрешениями матриц, мною был выбран salesforce.com. На рисунке 2 представлена его версия на экране с разрешением FullHD.

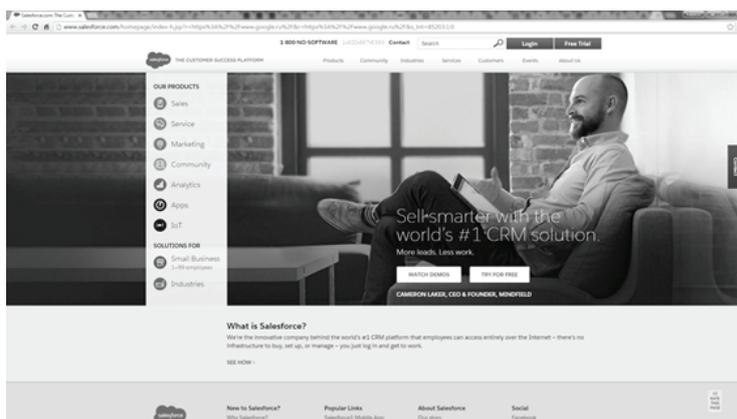


Рис. 2. Salesforce сайт на FullHD мониторе

Если мы запустим сайт на мобильном устройстве, то мы увидим кардинальные изменения в дизайне. Меню, присутствующее на экранах с большим разрешением спрятано под кнопкой «меню» в левом верхнем углу, что не нагромождает экран, но в тоже время позволяет бы-

стро совершить переход между разделами сайта. Элементы сайта приобрели большие габариты, что позволяет без проблем ими воспользоваться даже на маленьких экранах. На рисунке 3 продемонстрирован сайт salesforce.com, запущенный на мобильном телефоне.

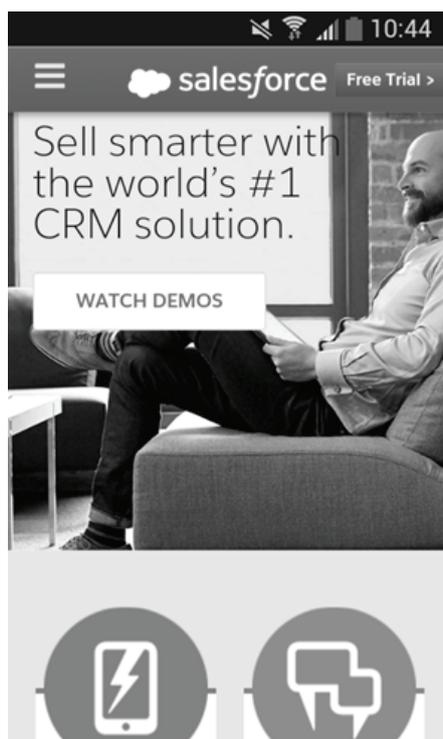


Рис. 3. Salesforce сайт на Samsung Galaxy S II PLUS

Между двумя данными методами разработки сайтов преимущество имеет «адаптивная верстка», так как есть возможность настроить отображение элементов для нескольких устройств сразу, что позволяет обойти проблему свободного пространства.

Только что проведенный анализ, между сайтом с фиксированным дизайном и сайтом, использующем адаптивную верстку, показал, что использование «адаптивной верстки» является более приемлемым способом для предоставления информации или услуг конечному пользователю. Является ли данный подход оптимальным для пользователей мобильных устройств? Для ответа на этот вопрос необходимо провести сравнительный анализ между адаптивным сайтом и мобильным приложением.

Сравнение будет проводиться по следующим критериям: Интерфейс, быстродействие, интеграция с платформой, необходимость доступа к интернету, мультиплатформенность, ресурсы и необходимость публикации.

Дизайн для мобильных приложений жестко диктуется авторами операционных систем, на которых работает то или иное мобильное устройство. Интерфейс для сайта же, разрабатывается опираясь лишь на требования заказчика. В результате жестких требований мобильные приложения более схожи между собой, что позволяет конечному пользователю быстрее разобраться в интерфейсе нового приложения. В случае с сайтом все начинается с нуля.

Мобильное приложение работает значительно быстрее, чем сайт, поскольку выполняется на более низком уровне, что сокращает время на обращение к ресурсам устройства.

Мобильное приложение имеет большую интеграцию с платформой, так как они заранее разрабатываются с использованием определенных средств (язык программирования, IDE и т.д.), что позволяет операционной системе вести учет всех приложений. В случае, если какое-либо приложение захочет выполнить действие, на которое оно не способно (например, открытие.pdf-файла), то приложение может произвести обращение к ОС, которая самостоятельно найдет другое приложение, способное на данную операцию, и передаст управление ей.

Сайт всегда требует доступ к интернету, он просто не загрузится, если интернет отсутствует или не доступен в зоне нахождения устройства. Мобильные приложения на данный счет более гибкие: они могут как требовать доступ к интернету, так и не использовать его вообще.

Поскольку мобильное приложение, как говорилось ранее, работает на более низком уровне, чем сайт, то получение доступа к ресурсам устройства производится значительно быстрее. Для работы сайт же требуется выделение ресурсов не только для хранения и работы сайта, но также и браузера, через который происходит доступ к сайту.

Самым большим недостатком мобильных приложений, по сравнению с сайтами, является публикация. Мобильное приложение, прежде чем стать доступным пользователю проходит проверку, со стороны магазина, через который будет распространяться данное приложение (Play Market, AppStore). Для публикации сайта необходим лишь сервер и организация доступа к нему конечному пользователю.

Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ адаптивного сайта и мобильного приложения

Критерии	Сайт с адаптивной версткой	Мобильное приложение
Интерфейс	-	+
Быстродействие	-	+
Интеграция с платформой	-	+
Необходимость доступа к интернету	-	+
Ресурсы	-	+
Публикация	+	-

Несмотря на необходимость публикации и прохождения проверок перед появлением мобильного приложения в ма-

газинах, использование данного метода предоставления информации, по сравнению с сайтом, является наилучшим.

Литература:

1. Бизнес-журнал, 2014/06 — Тюменская область. [Текст]. — «Бизнес-журнал», 2014. — 48 с.: ил.
2. Тольяттинский Государственный Университет. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.tltsu.ru>.
3. Статья Responsive Web Design by Ethan Marcotte. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://alistapart.com/article/responsive-web-design>.
4. Итан Маркотт — персональный сайт. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ethanmarcotte.com>.
5. Android & iOS: концепции распространения приложений и вопросы безопасности [Электронный ресурс] Блог компании Доктор Веб, 2013 — Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/drweb/blog/143971>.

6. Адаптивный и отзывчивый веб-дизайн. [Электронный ресурс].— Режим доступа: <http://itkeys.ru/responsive-and-adaptive-design>.
7. Адаптивный веб-дизайн: что это такое, зачем он нужен и его принципы [Электронный ресурс].— Режим доступа: <https://test.ru/2013/07/11/adaptive-web-design>.

Современные аналитические методы защиты информации корпоративных систем

Кошелев Семён Олегович, ассистент;
Ищенко Кирилл Иванович, студент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье рассматриваются основные проблемы поддержания актуальности систем защиты информации предприятия, для чего необходим анализ защищенности системы, а так же приведены направления для аналитической деятельности в организации.

Ключевые слова: защита информации, информационная безопасность, аналитическая деятельность, организационная документация аналитический отчет

В настоящее время информационные технологии развиваются гораздо быстрее, чем разрабатывается и обновляется нормативно-правовая база и руководящая документация, действующие на территории Российской Федерации. Поэтому для поддержания актуальной системы защиты информации, на предприятии необходимо также применять методики, описанные в международных стандартах, таких как ISO 15408 (Общие критерии оценки безопасности ИТ), 17799 (Информационные технологии — Технологии безопасности — Практические правила менеджмента информационной безопасности), 9001 (Системы менеджмента качества. Требования), при этом эффективно оценивать информационные риски и сопоставлять их с экономическими возможностями предприятия.

Постоянный мониторинг и анализ системы защиты информации позволяет всегда иметь представление о её текущем состоянии и вырабатывать рекомендации для устранения выявленных недостатков. Рассмотрим подробнее что же такое «Анализ системы защиты информации» и для чего он применяется. Одно из его определений [1] — это комплексное изучение фактов, событий, процессов, явлений, связанных с проблемами защиты информации, в том числе данных о состоянии работы по выявлению возможных каналов утечки информации, о причинах и обстоятельствах, способствующих утечке и нарушениям режима секретности (конфиденциальности) в ходе повседневной деятельности предприятия». Следовательно, аналитическая работа предназначена для выработки комплекса мер и рекомендаций, которые направлены на предотвращение нарушения свойств защищаемой информации (таких как конфиденциальность, целостность и доступность), важной для предприятия, а также эта работа обязана включать в себя прогнозирование действий вероятного злоумышленника.

Аналитические работы в области защиты информации на предприятии могут проводиться по направлениям, ко-

торые приведены в курсе лекций А. В. Артемова [2]. Рассмотрим каждое из них:

1) «Комплексный анализ информационных систем (ИС) компании и подсистемы информационной безопасности на правовом, методологическом, организационно-управленческом, технологическом и техническом уровнях. Анализ рисков». Данный пункт предполагает оценку соответствия типовым требованиям международных стандартов ISO, требованиям документации ФСТЭК и требованиям предприятия-заказчика. Сюда же включается анализ документооборота, работы, основанные на анализе рисков, и различные инструментальные исследования, например исследование информационной системы или сети на предмет наличия уязвимостей.

2) «Разработка комплексных рекомендаций по методологическому, организационно-управленческому, технологическому, общетехническому и программно-аппаратному обеспечению режима ИС компании». Разработка рекомендаций может проводиться на различных уровнях организации безопасности, как на общеорганизационном — например дополнение политики безопасности предприятия, концепции защиты информации — так и на низком — например частный вариант защиты определенного типа охраняемой информации на предприятии.

3) «Организационно-технологический анализ ИС компании». Данный анализ предполагает оценку на соответствие требованиям нормативно-правовой базы Российской Федерации по отношению к системе защиты информации предприятия в области организационно-технологических норм и проверку документооборота предприятия категорий «Для служебного пользования» и «Конфиденциально» на соответствие требованиям организационной документации в области информационной безопасности предприятия. При этом данная документация (например, такие документы как политика информационной безопасности предприятия, перечень обраба-

тываемой информации, перечень информационных систем и т.д.) должна соответствовать действующему законодательству, разрабатываемому органами исполнительной власти Российской Федерации. Основным регулятором деятельности в данной сфере выступает ФСТЭК.

4) «Экспертиза решений и проектов». Данный пункт очень важен для обеспечения бесперебойного и правильного функционирования системы защиты информации так как в нем рассматривается соответствие проекта техническому заданию и определение его качества.

5) «Работы по анализу документооборота и поставке типовых комплектов организационно-распорядительной документации». Анализ документооборота должен проводиться на соответствие требованиям организационной документации в области информационной безопасности предприятия. Поставка типовых комплектов организационно-распорядительной документации, в свою очередь, должна производиться в соответствии с актуальными рекомендациями по защите информации.

6) «Работы, поддерживающие практическую реализацию плана защиты». Из широкого спектра работ можно выделить 3 основных направления:

1. разработка и поставка комплекта организационно-распорядительной документации в области защиты информации предприятия в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации и рекомендациями контролирующих органов;

2. разработка проектов модернизации системы защиты информации предприятия на основе рекомендаций, сделанных на основе аналитического исследования системы защиты информации;

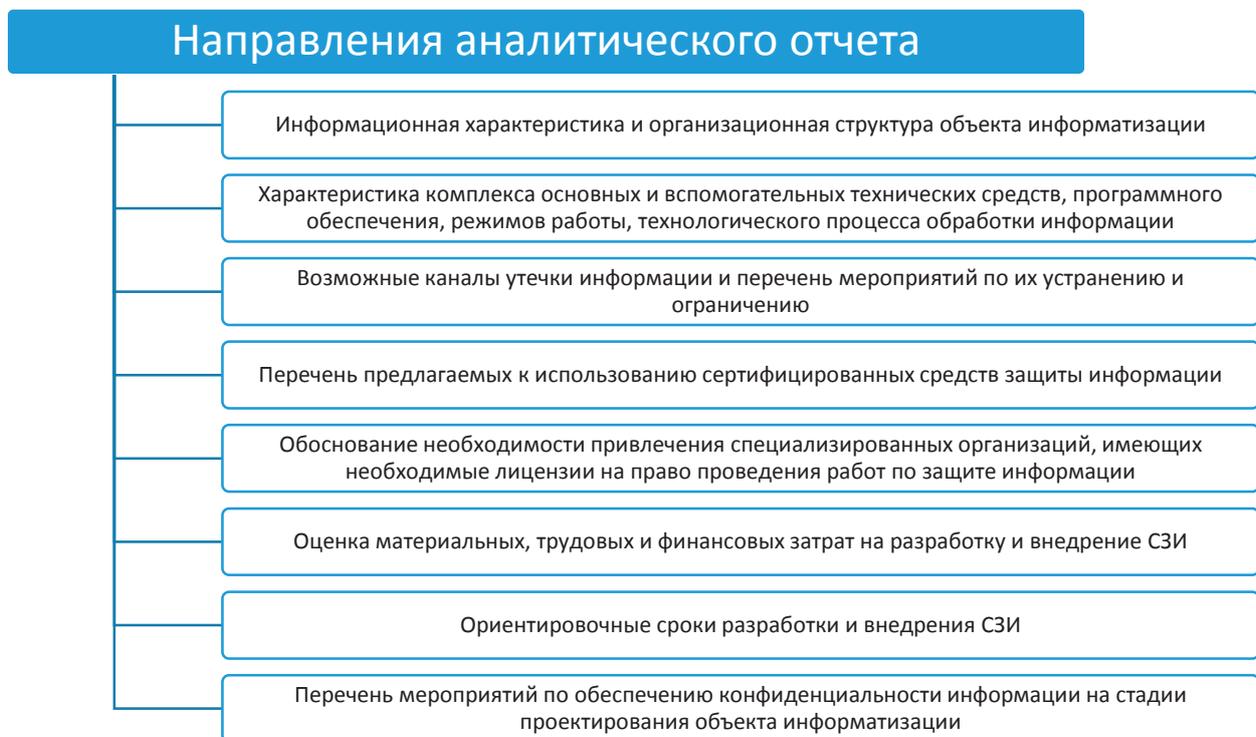
3. подготовка предприятия к аттестации на соответствие требованиям руководящих документов Российской Федерации и международных стандартов ISO 15408, 17799, 9001.

7) «Повышение квалификации и переподготовка специалистов». Самой главной уязвимостью в любой информационной системе всегда является человек. Обучение специалистов и персонала сильно снижает риск утечки информации, важной для предприятия. Для достижения этой цели рекомендуется проводить курсы повышения квалификации, тренинги для поддержания знаний сотрудников на актуальном уровне.

Для поддержания высокого уровня защищенности рекомендуется проводить переоценку состояния безопасности при каждом внесении изменений, в систему защиты, а также проводить ежегодный контроль.

По итогу проведенных исследований составляется аналитический отчет. Он может дополняться различными схемами, диаграммами, таблицами и иными графическими материалами, которые поясняют результат проделанной работы.

Согласно СТР-К [3] в аналитическом отчете отображаются следующие направления:



Для составленных отчетов предъявляется ряд общих требований, таких как: простота, грамотность и четкость материала, логичность, наличие глубокого анализа событий. Однако самым важным требованием является уровень подачи материала: для руководства

необходимо наиболее широко осветить проблему, но не перегружать техническими подробностями, для рядовых сотрудников — наоборот, необходимо как можно подробнее описать конкретную проблему и способы решения.

В настоящее время аналитические исследования системы защиты информации предприятия — это мощный инструмент для контроля и поддержания данной системы

в актуальном состоянии. Данные исследования позволяют всесторонне оценить систему защиты и точно направить усилия по исправлению найденных уязвимостей.

Литература:

1. «Защита информации и организация аналитической работы на предприятии» URL: http://all-ib.ru/content/analiz-raboti/analiz_raboti_part_1.html;
2. Артемов А. В., «Информационная безопасность. Курс лекций». — Litres, 2015.;
3. Специальные требования и рекомендации по технической защите конфиденциальной информации (СТР-К), Москва 2001;
4. Петренко С. А., «Методика построения корпоративной системы защиты информации» URL: <http://bre.ru/security/18867.html>;

Обеспечение защиты информации в условиях проведения импортозамещения

Кошелев Семен Олегович, аспирант;
Колесникова Дарья Сергеевна, студент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В данной статье представлены общие сведения о политике импортозамещения в Российской Федерации, современное законодательство, регулирующие вопросы проведения импортозамещения ИТ-решений, а также основные виды угроз безопасности информации в условиях проведения импортозамещения и методы защиты от них.

Ключевые слова: импортозамещение, программное обеспечение (ПО), аппаратное обеспечение (АО), информационная безопасность, защита информации

В настоящее время широко распространено использование зарубежного программного и аппаратного обеспечения в информационных системах различного назначения: от предприятий малого бизнеса до стратегически важных государственных организаций. Проблемой в данном случае является то, что производители импортных средств информатизации имеют возможность внедрять в свои продукты недеklarированные возможности (НДВ), которые в дальнейшем могут быть использованы злоумышленниками для кражи или модификации ценной информации. Вследствие этого, закупка иностранного ПО вынуждает органы власти проводить сертификацию такого ПО на отсутствие НДВ [1]. К тому же, за последние годы в условиях усиленного политического и экономического давления со стороны иностранных государств возникла острая необходимость перехода страны на независимость от зарубежных товаров и услуг. Вследствие этого был создан ряд законодательных актов, утверждающих порядок проведения импортозамещения в Российской Федерации (РФ).

В разных источниках представлено несколько определений понятий импортозамещения, но в дальнейшем под этим термином будет приниматься следующее: импортозамещение — замещение импорта товарами, произведенными отечественными производителями [2].

В соответствии с Федеральным законом (ФЗ) от 29.06.2015 № 188 [3]:

— нормативными правовыми актами Правительства РФ устанавливаются запрет на допуск товаров, происходящих от иностранных государств, работ, услуг, соответственно выполняемых, оказываемых иностранными лицами, и ограничения допуска указанных товаров, работ, услуг для целей осуществления госзакупок;

— должен быть создан единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (<https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/>). Данное требование было выполнено, и в настоящее время реестр ПО активно обновляется. На данный момент на сайте представлена информация о 2285 программах отечественного производителя.

Постановление Правительства от 16.11.2015 № 1236 [4] устанавливает случаи, в которых можно использовать ПО иностранного производителя (при условии наличия обоснования невозможности соблюдения запрета на допуск зарубежного ПО для госзакупки):

1) в реестре отсутствуют сведения о ПО, соответствующем тому же классу ПО, что и ПО, планируемое к закупке;

2) ПО, сведения о котором включены в реестр и которое соответствует тому же классу ПО, что и ПО, планируемое к закупке, по своим функциональным, техническим и (или) эксплуатационным характеристикам не соответствует установленным заказчиком требованиям к планируемому к закупке ПО.

Постановление Правительства от 26.09.2016 № 968 [5] определяет перечень отдельных видов радиоэлектронной продукции, происходящих из иностранных государств, в отношении которых устанавливаются ограничения и условия допуска для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд. В данном перечне представлена как микроэлектроника (например, фоторезисторы, интегральные схемы), так и компьютерная техника (например, портативные компьютеры, кассовые терминалы, периферийные устройства), а также другие электронные устройства. Согласно данному Постановлению при госзакупках подлежат отклонению заявки, содержащие предложения о поставке радиоэлектронной продукции, происходящей из любых иностранных государств, при условии, что на участие в закупке подано не менее двух удовлетворяющих требованиям извещения и (или) документации о закупке заявок, которые одновременно:

1. Содержат предложения о поставке радиоэлектронной продукции, включенной в перечень и производимой на территории России (с 1 сентября 2018 года также могут рассматриваться предложения о поставке радиоэлектронной продукции, производимой на территории государств-членов Евразийского экономического союза);

2. Не содержат предложений о поставке одного и того же вида радиоэлектронной продукции одного производителя.

Федеральный закон от 31.12.2014 № 531 [6] устанавливает, что технические средства информационных систем, используемых государственными органами, органами местного самоуправления, государственными и муниципальными унитарными предприятиями или государственными и муниципальными учреждениями, должны размещаться на территории Российской Федерации (например, серверы сайтов государственных и муниципальных организаций должны находиться на территории РФ, что в реальности встречается редко — отсюда вытекают проблемы). Также, данный ФЗ вносит изменения в Кодекс административных правонарушений (КоАП), дополняя последний статьей о нарушении требования о размещении на территории Российской Федерации технических средств информационных систем. Нарушение данной статьи КоАП влечет наложение административного штрафа в размере:

- от 3000 до 5000 рублей на должностных лиц;
- от 30000 до 50000 рублей на юридических лиц.

Согласно плану импортозамещения ПО, представленному в Приказе Минкомсвязи России от 01.04.2015 № 96 [7], к 2025 году планируется сократить долю импорта антивирусного ПО и программного обеспечения информационной безопасности до 40% (рис. 1).

Требования, касающиеся импортозамещения ПО, вполне реализуемы, так как уже существуют отечественные прикладные системы ПО, например:

- Системы электронного документооборота (зарубежные СЭД, как, например, «Microsoft SharePoint» или ЕМС «Documentum» могут заменяться на российские: «1С: Документооборот», «ДЕЛО» и др.);

- Системы управления предприятиями ERP — Enterprise resource planning (отечественные продукты: «1С: ERP», «Борлас», «Галактика» и др.);

- Системы управления базами данных (например, широко используемый в организациях программный продукт иностранного производства Oracle предлагается заменять на отечественный — СУБД Postgres Pro);

- Средства обеспечения информационной безопасности (антивирусное ПО: «Dr. Web», продукты «Лаборатории Касперского»; средства защиты информации от несанкционированного доступа: «Secret Net», «Dallas Lock»; средства криптографической защиты: «Континент», «КриптоПро», «ViPNet»; средства доверенной загрузки: программно-аппаратный комплекс «Соболь»).

В части системного ПО, а именно — операционных систем (ОС), на данный момент ведутся разработки (например, успешные продукты представлены компанией «ALT Linux», которые уже внесены в реестр отечественного ПО), но пока переход от популярных среди русского населения зарубежных ОС (Microsoft Windows, Apple Mac Os X) не представляется возможным, так как предстоит крупномасштабное обучение всех пользователей работе с новой ОС.

В случае аппаратного обеспечения российскому производителю проблематично составить конкуренцию иностранным товарам. Но при этом существуют отечественные IT-компании, занимающиеся разработкой компьютерной техники и микропроцессоров: «Байкал Электроникс» (телекоммуникации, настольные персональные компьютеры, средства промышленной автоматизации, серверы), «МЦСТ» — Московский центр SPARC-технологий (микропроцессоры, микроконтроллеры

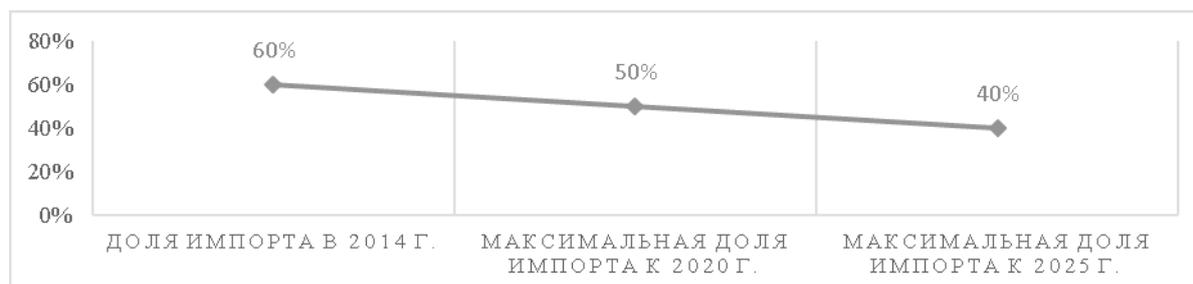


Рис. 1. План импортозамещения ПО в области защиты информации

и управляющие вычислительные комплексы; известен разработкой супер-ЭВМ «Эльбрус»), «Мультиклет» (промышленные системы, высокопроизводительные вычисления, нейросети, распознавание образов) [8]. Тем не менее, рынок электронной промышленности в нашей стране на данный момент развит слабо, но к его совершенствованию и развитию уже есть предпосылки.

Ввиду запланированного перехода на использование сервисов и услуг отечественных IT и интернет-компаний и в дополнение к существующим угрозам, к актуальным следует отнести следующие угрозы (рис. 2), согласно банку данных угроз безопасности информации ФСТЭК (Федеральная служба по техническому и экспортному контролю)[9]:



Рис. 2. Угрозы безопасности информации при переходе на отечественные IT-решения

Для защиты от представленных угроз предлагается комплекс мер:

Таблица 1. Угрозы безопасности и меры защиты от них

Угроза	Меры по защите
1. Внедрение вредоносного кода.	<ul style="list-style-type: none"> – Установка сертифицированных средств защиты информации от несанкционированного доступа; – Установка межсетевых экранов (МЭ), средств обнаружения вторжений (СОВ); – Установка антивирусного ПО; – Защита информационных ресурсов при их передаче по каналам связи (применение методов шифрования); – Проверка на отсутствие НДВ в случае, если используется зарубежное ПО.
2. Некорректная конфигурация оборудования и программных компонентов.	<ul style="list-style-type: none"> – Привлечение организаций с соответствующим опытом; – Повышение квалификации ответственного персонала.
3. Перехват ключевой или аутентифицирующей информации.	<ul style="list-style-type: none"> – Установка сертифицированных средств защиты информации от несанкционированного доступа; – Защита информационных ресурсов при их передаче по каналам связи (применение методов шифрования); – Установка межсетевых экранов (МЭ), средств обнаружения вторжений (СОВ).
4. Хранение информационных массивов в незащищенных областях.	<ul style="list-style-type: none"> – Установка межсетевых экранов (МЭ); – Защита информационных ресурсов с применением методов шифрования; – Создание резервных копий данных; – Установка средств анализа защищенности информационных систем.

5. Предоставление доступа к информационным системам сотрудникам сторонних организаций.	<ul style="list-style-type: none"> – Определение порядка доступа посторонних лиц и сторонних организаций к информационным ресурсам предприятия (журналы учета доступа); – Оформление допуска сотрудникам сторонних организаций к информационным системам на основе предварительно заключенного контракта о проведении работ на предприятии; – Заключение договора со сторонней организацией о неразглашении конфиденциальной информации.
6. Несанкционированный доступ на этапе развертывания системы.	<ul style="list-style-type: none"> – Установка сертифицированных средств защиты информации от несанкционированного доступа; – Определение порядка доступа посторонних лиц и сторонних организаций к информационным ресурсам предприятия (журналы учета доступа); – Установка средств анализа защищенности информационных систем; – Установка средств анализа уязвимостей информационных систем.
7. Утрата информационных носителей и оборудования.	<ul style="list-style-type: none"> – Учет носителей и оборудования (ведение журналов); – Опечатывание оборудования (например, системных блоков); – Меры по предотвращению физического доступа лиц, не имеющих права доступа на территорию контролируемой зоны предприятия (охрана границ контролируемой зоны, видеонаблюдение).

Таким образом, на основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что процесс перехода на отечественное аппаратное и программное обеспечение влечет за собой появление новых угроз безопасности инфор-

мации. В момент перехода информационная система является наиболее уязвимой, вследствие чего необходимо принятие дополнительных мер, чтобы снизить или устранить риски в процессе мероприятий по импортозамещению.

Литература:

1. Решение председателя Гостехкомиссии России от 4.06.1999 г. № 114. Руководящий документ. Защита от несанкционированного доступа к информации. Часть 1. Программное обеспечение средств защиты информации. Классификация по уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей.
2. Импортозамещение // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Импортозамещение>
3. Федеральный закон от 29.06.2015 № 188-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон »Об информации, информационных технологиях и о защите информации« и статью 14 Федерального закона »О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
4. Постановление Правительства РФ от 16.11.2015 № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
5. Постановление Правительства РФ от 26.09.2016 № 968 «Об ограничениях и условиях допуска отдельных видов радиоэлектронной продукции, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
6. Федеральный закон от 31.12.2014 № 531-ФЗ «О внесении изменений в статьи 13 и 14 Федерального закона »Об информации, информационных технологиях и о защите информации« и Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях».
7. Приказ Минкомсвязи России от 01.04.2015 № 96 «Об утверждении плана импортозамещения программного обеспечения».
8. Российские микропроцессоры сегодня: начало пути — Cnews // Интернет-издание о высоких технологиях — Cnews. URL: http://www.cnews.ru/articles/2016-07-21_rossijskie_mikroprotsessory_nachalo_puti
9. Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК // Банк данных угроз безопасности информации. URL: <http://bdu.fstec.ru/>

Предпосылки развития 3D индустрии в России и мире

Макарова Елена Владимировна, учитель информатики и ИКТ;
Музалева Мария Алексеевна, учитель английского языка;
Агеева Екатерина Сергеевна, учитель информатики и ИКТ;
Бучнева Анастасия Геннадиевна, учитель английского языка

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 12 с углубленным изучением отдельных предметов» г. Старый Оскол

В 1986 г. Компания 3D Systems разработала первый 3D-принтер, который нашел свое применение в оборонной промышленности. Первые изобретения были довольно дорогостоящими, а выбор материала для создания моделей ограниченным. С развитием технологий проектирования, расчетов и моделирования и механической обработки началось развитие трехмерной печати.

Развитие аддитивной индустрии, начинавшееся с небольших 3D-принтеров шагнуло далеко вперед. И сегодня эти технологии экспериментально осваивают многие промышленные корпорации. Различные страны мира наперегонки запускают соответствующие госпрограммы и открывают исследовательские центры. В России применение 3D-печати в промышленности находится на начальном этапе развития. В данной работе мы рассмотрим вероятные перспективы развития данной отрасли промышленности.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в сегодня существует тенденция в использовании аддитивных технологий на производстве различных типов не только за рубежом, но и в России.

Термин, которым в мировой практике обозначается применение 3D-печати в промышленности, — «аддитивные технологии» (Additive Manufacturing), что означает изготовление изделия путем добавления. Аддитивные технологии отличаются друг от друга выбором материалов и способа их нанесения, однако во всех случаях создание модели основывается на послойном наращивании.

Расходными материалами может послужить пластик, бетон, гипс, деревянное волокно, поликарбонат, металл и даже живые клетки и шоколад.

3D-аддитивные технологии организация ASTM, занимающаяся разработкой отраслевых стандартов, разделяет на 7 категорий:

1. Выдавливание материала.
2. Разбрызгивание материала.
3. Разбрызгивание связующего.
4. Соединение листовых материалов.
5. Фотополимеризация в ванне.
6. Плавка материала в заранее сформированном слое.
7. Подведение энергии в место построения.

Но особое место среди материалов занимает металл, ведь именно металлическая 3D-печать привлекла внимание промышленных производителей благодаря тому, что позволяет создавать сложные изделия из различных материалов без использования дополнительного обрабатывающего оборудования и с небольшим количеством отходов: это значительно экономит время и денежные средства. [2, с. 44]

По данным Wohlers Associates, 38% мировой индустрии аддитивных технологий приходится на США, на втором месте Япония с 9,7%, за ней следует Германия с 9,4% и Китай с 8,7%. США никому не хотят уступать свои лидерские позиции в 3D-печати. Для ускорения процесса развития инновационных технологий пять ведомств — Минобороны, Минэнерго, Министерство торговли, Научный национальный фонд и NASA — выступили инициаторами создания в 2012 году Национального института инновационного производства, который позже был переименован в America Makes.

Европа оказалась местом для крупнейших производителей промышленных 3D-принтеров: Voxeljet, SLM Solutions, EOS GmbH, Concept Laser, Realizes (все пять — Германия), Arcam (Швеция), Phenix Systems (Франция), Renishaw (Великобритания). Европейские страны также понимают перспективность аддитивных технологий и оказывают поддержку развитию отрасли.

Китай, используя всю мощь своей индустрии, намерен пошатнуть лидерские позиции США. Профильный промышленный союз КНР прогнозирует, что к 2017 году китайский рынок 3D-печати достигнет \$1,65 млрд что в 10 раз больше по сравнению с 2012 годом.

У России же показатели значительно меньше, пока российский рынок составляет менее 0,5% мирового, и в течение следующих пяти лет его темпы роста не увеличатся, отмечают в Research Techart. Неудивительно, ведь развитие аддитивных технологий в России находится в зачаточном состоянии, основной причиной ситуации, по мнению экспертов, является отсутствие поддержки со стороны государства.

Чтобы развивать технологию, необходима работа сразу в нескольких направлениях: и подготовка квалифицированного персонала, и формирование новых стандартов, и принятие новых нормативных документов. Не менее важной проблемой является отсутствие в России серийного производства порошков. Тем не менее какие-то точечные действия в этом направлении предпринимаются как отдельными чиновниками, так и учеными.

На данный момент в рамках национальной технологической программы «Новые производственные технологии» Правительства Российской Федерации аддитивные технологии получили статус «наиболее важной для страны технологией для развития». [1]

Развитие данного направления также регулируется «проектом Постановления Правительства РФ» об утверждении государственной программы РФ «Развитие

промышленности и повышение ее конкурентоспособности» от 15 апреля 2014 года. [1]

В частности, вице-премьер РФ Дмитрий Рогозин, отвечающий в правительстве за ВПК, предлагает развивать концепцию «цифровой фабрики» с полным циклом производства, от проектирования до получения готового изделия. По его мнению, для внедрения концепции «цифровой фабрики», а в частности развития аддитивных технологий, необходимы совместные усилия со стороны Военно-промышленной комиссии, Минпромторга РФ и Фонда перспективных исследований.

Причем в России, по словам Д. Рогозина, есть компании и научные центры, за счет которых может происходить развитие аддитивных технологий. Помимо этого, в России работают небольшие компании, предлагающие оборудование зарубежных производителей. Однако, по убеждению вице-преьера, «слабостью и тех и других является отсутствие комплексного подхода и несогласованность действий по освоению и внедрению цифровых технологий».

Каков потенциал емкости рынка 3D принтеров и технологий? Если верить Wohlers Associates, то продажи 3D принтеров и услуг 3D технологий к 2017 году достигнут 6 млрд долларов, а к 2021 — 11 млрд.

По данным американской консалтинговой компании Wohlers Associates, наибольший спрос на аддитивные технологии наблюдается в потребительском секторе товаров и электроники (22% выручки индустрии 3D-печати по итогам 2012 года), автомобильной промышленности (19%), медицине и стоматологии (16%), на производстве (13%), в авиакосмической отрасли (10%).

Еще более активное развитие аддитивных технологий и применение их в промышленности пока сдерживается рядом факторов. Например, дороговизна материалов не является проблемой при использовании аддитивных технологий для производства мелких деталей. Но при выходе изделия на более крупные масштабы высокая цена — это не просто проблема, а непреодолимое препятствие.

Например, цена титанового порошка, которая обусловлена единственным пока способом его изготовления — дорогостоящим процессом Кролла, — колеблется от \$200 до \$400 за килограмм. Здесь ветер перемен подул с Британских островов: компания Metalalysis разработала новую, менее затратную технологию производства титанового порошка и ведет переговоры по постройке фабрики для его изготовления в Йоркшире (Великобритания). Стоимость проекта оценивается в \$500 млн. Технология заключается в получении порошка из рутила (оксида титана) с помощью электролиза. Новый метод позволяет получать порошок разных фракций, разной чистоты, морфологии и на основе разных легирующих элементов. Размеры гранул порошка могут варьироваться от 1–2 мм до 100 мкм. По мнению авторов технологии, себестоимость производства порошка может снизиться на 75%. [3, с. 135]

Вторым мощным импульсом развития промышленной 3D-печати может являлось окончание в мае 2014 года

срока действия патентов на технологию селективного лазерного спекания, принадлежащих Техасскому университету в Остине. Эксперты прогнозируют удешевление 3D-принтеров, печатающих по этой технологии, а вслед за этим — и расходных материалов. Также ценовая конъюнктура на этом рынке может измениться за счет конкуренции, которую в перспективе могут составить промышленные принтеры из Китая.

По прогнозам аналитической компании Canalys, объем мирового рынка 3D-печати в 2014 году может вырасти на 50% по сравнению с 2013 годом — до \$3,8 млрд а в 2018 году достигнет \$16,2 млрд. Рост объема будет обусловлен расширением использования аддитивных технологий в области архитектуры, медицины, авиационно-космической, оборонной и ядерной отрасли.

С целью воспитания молодого поколения российских инженеров 3D технологии стали внедрять в образовательный процесс. Кроме того, использование 3D принтера позволяет визуализировать знания учащихся по учебным предметам. С помощью 3D принтера учащимся предоставляется возможность самостоятельно разработать 3D модели различных математических фигур, химических элементов, молекулы ДНК, строение земной коры и пр. Современные технологии позволяют с высокой точностью, с наименьшими затратами и в кратчайшие сроки создавать 3D модели. Применение 3D технологий в образовательном процессе позволяет сделать его наиболее интересным и увлекательным, понятным. Учащимся предоставляется возможность посредством моделей ознакомиться со строением сложных объектов, ознакомиться с их свойствами, функциями и характеристиками.

В связи с вопросом предпосылок развития 3D-технологий в России, нами было проведено анонимное анкетирование учащихся 10 «А» класса нашей школы, в котором они отвечали на следующие вопросы:

1. Знаете ли вы, что называют аддитивными технологиями?
2. Как вы считаете, имеет ли перспективу развития аддитивные технологии в России?
3. Как вы считаете, какие действия необходимо предпринять, чтобы повысить потенциал рынка 3D-технологий?

Ответы на первый вопрос показали, что большинство респондентов знают, что называют аддитивными технологиями, но тем не менее существенная часть учащихся является мало осведомленной в этой области.

По второму вопросу десятиклассники единогласно решили, что будущее различных видов промышленности остается за аддитивными технологиями, т.к. это перспективная область науки, которая способна принести большое количество прибыли.

По третьему вопросу ребята выдвинули предположения по увеличению осведомленности граждан и индивидуальных предпринимателей в области аддитивных технологий, развитию 3D индустрии в России, созданию отечественных предприятий, создающих как 3D-принтера, так и материалы к ним.

Такие результаты говорят о том, что большая часть респондентов достаточно осведомлена в области аддитивных технологий, а так же респонденты считают, что ад-

дитивные технологии являются перспективной областью для развития предпринимательства.

Литература:

1. Аддитивные технологии: почему важно работать сообща или один в поле не воин. РОСНАУКА [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://www.spbstu.ru/media/news/nauka_i_innovatsii/additive-manufacturing/ (Дата обращения 18.03.2016).
2. Зленко Михаил Александрович. Аддитивные технологии в опытном литейном производстве. Часть I. Литье металлов и пластмасс с использованием синтез-моделей и синтез-форм / М. А. Зленко, П. В. Забеднов // Металлургия машиностроения: международный научно-технический журнал. — М., 2013. — № 2. — С. 44–52.
3. Шишковский И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. — СПб. Изд-во Питер, 2015. — 348 с.

Система расчета стоимости обслуживания автомобиля на основе моделей прогнозирования

Уварова Анастасия Викторовна, преподаватель;
Гусев Владислав Михайлович, студент
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Рассматриваются вопросы создания Web-приложения для расчета годовой стоимости обслуживания автомобиля с использованием адаптивной модели, учитывающей колебания цен на запчасти и услуги. Предлагается сравнение моделей прогнозирования цены с использованием коэффициента сезонности и без использования.

Ключевые слова: web-приложение, стоимость обслуживания автомобиля, прогноз, линия тренда, модель Уинтерса

Ставится задача разработки Web-приложения, которое в условиях постоянно изменяющихся цен, сможет адаптивно строить расчетную стоимость годового обслуживания автомобиля. Основная функция такого приложения — обеспечить пользователя возможностью расчета стоимости годового обслуживания автомобиля по введенным параметрам в любой момент времени. Создание подобного продукта без использования адаптивной модели подразумевает постоянное обновление его базы данных неким специалистом, т.к. стоимость запасных частей постоянно изменяется и требует корректировки. Чтобы облегчить работу администратору ресурса, было решено использовать автоматизированное изменение стоимости на основе линии тренда.

В качестве основы была использована модель прогнозирования Уинтреса [1]. Такая модель используется для прогнозирования объемов сезонных продаж с использованием ЭВМ.

Были выявлены преимущества модели Уинтерса по сравнению с другими:

- а) прогнозы рассчитываются на основе одних и тех же программ для большого количества продуктов;
- б) вычисления производятся быстро и дешево;
- с) используется минимальный объем памяти для хранения информации;

д) учитываются изменяющиеся условия [2].

Формальные требования для поставленной задачи следующие:

- прогнозы должны делаться часто (ежемесячно или еженедельно).
- метод прогнозирования должен быть четко формализован, что необходимо для автоматической обработки на ЭВМ.
- необходимо иметь возможность легко вводить свежую информацию о фактических продажах.

Модель Уинтерса основана на анализе изолированных временных рядов о продажах. Единственной используемой информацией является предыстория продаж данного товара.

Для сравнения были взяты модель прогнозирования с коэффициентами сезонности Уинтерса и модель аддитивного тренда Тейла-Вейджа.

Рассмотрим модель Уинтреса.

Значение уровня исследуемого временного ряда в момент t вычисляется по формуле

$$a_{1,t} = a_1 \frac{x_t}{f_{t-t}} + (1 - a_1)(a_{1,t-1} + \dot{a}_{2,t-1})$$

Прирост уровня зается

$$\text{формулой } a_{2,t} = a_3 (a_{1,t} - \dot{a}_{1,t-1}) + (1 - a_3) \dot{a}_{2,t-1}$$

Выражение для составления прогноза на τ шагов вперед — $x_\tau(t) = (\hat{a}_{1,t} + \tau \hat{a}_{2,t}) f_{t-1+\tau}$, $f_t = a_2 \frac{x_t}{a_{1,t}} + (1 - a_2) \hat{f}_{t-1}$.

При этом учитывается, что $0 < a_1, a_2, a_3 < 1$.

В модели аддитивного тренда Тейла-Вейджа применяются следующие формулы для расчета:

$$a_{1,t} = a_1 (x_t - f_{t-1}) + (1 - a_1) (\hat{a}_{1,t-1} + \hat{a}_{2,t-1})$$

$$f_t = a_3 (x_t - a_{1,t}) + (1 - a_3) \hat{f}_{t-1};$$

$$a_{2,t} = a_3 (a_{1,t} - \hat{a}_{1,t-1}) + (1 - a_3) \hat{a}_{2,t-1};$$

$$x_\tau(t) = \hat{a}_{1,t} + \tau \hat{a}_{2,t} + f_{t-1+\tau}$$

$$0 < a_1, a_2, a_3 < 1;$$

Единственным изменением в выражении для $a_{1,t}$ является добавление $a_{2,t-1}$ — наиболее поздней оценки аддитивного фактора роста, характеризующего изме-

нение среднего за полный сезонный цикл уровня процесса за единицу времени (месяц). Выражение для обновления коэффициента сезонности остается тем же, что и раньше. Оценки $a_{2,t}$ модифицируются по аналогичной процедуре экспоненциального сглаживания. Прогноз является здесь функцией прошлых и текущих данных, параметров a_1, a_2, a_3 и первоначальных значений $a_{1,0}, a_{2,0}, f_{i,0}$. Качество и точность прогнозов зависит от этих факторов [3].

В качестве примера были построены прогнозы для стоимости датчика массового расхода воздуха с использованием обеих моделей.

В качестве исходных данных были взяты цены на датчик массового расхода воздуха за 3 предыдущих года. На рисунке 1 представлена линия тренда, полученная в результате анализа исходных данных.

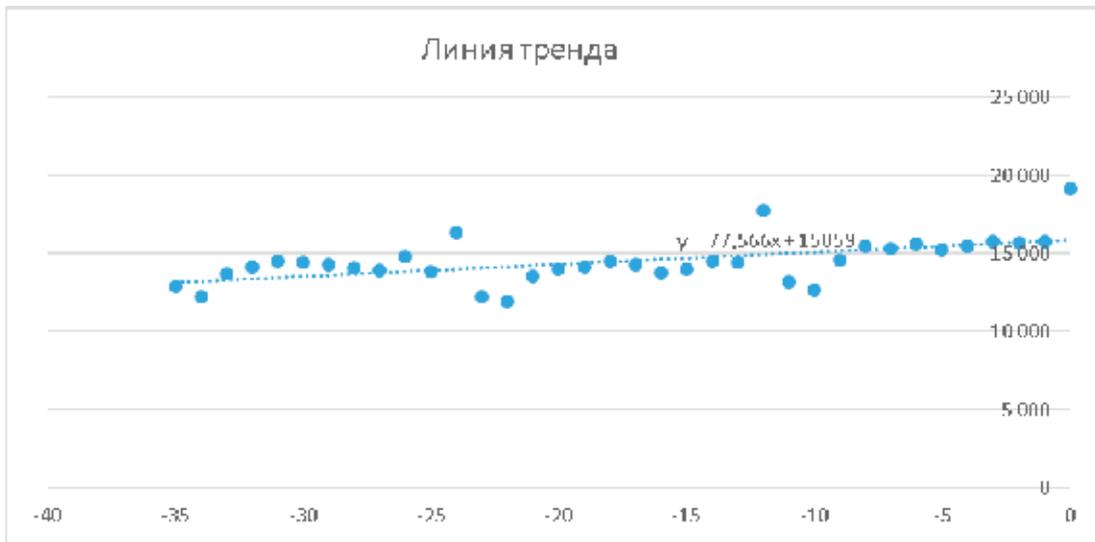


Рис. 1. График линии тренда

При использовании модели Тейла-Вейджа был построен график прогнозируемых данных за прошлые пе-

риоды. Этот график в сравнении с реальными данными прошлых периодов показан на рисунке 2.

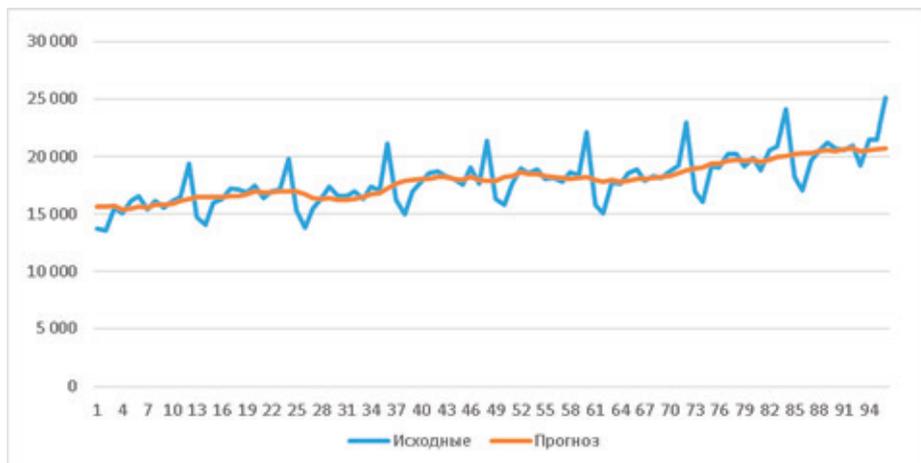


Рис. 2. Сравнение рядов за предыдущие периоды

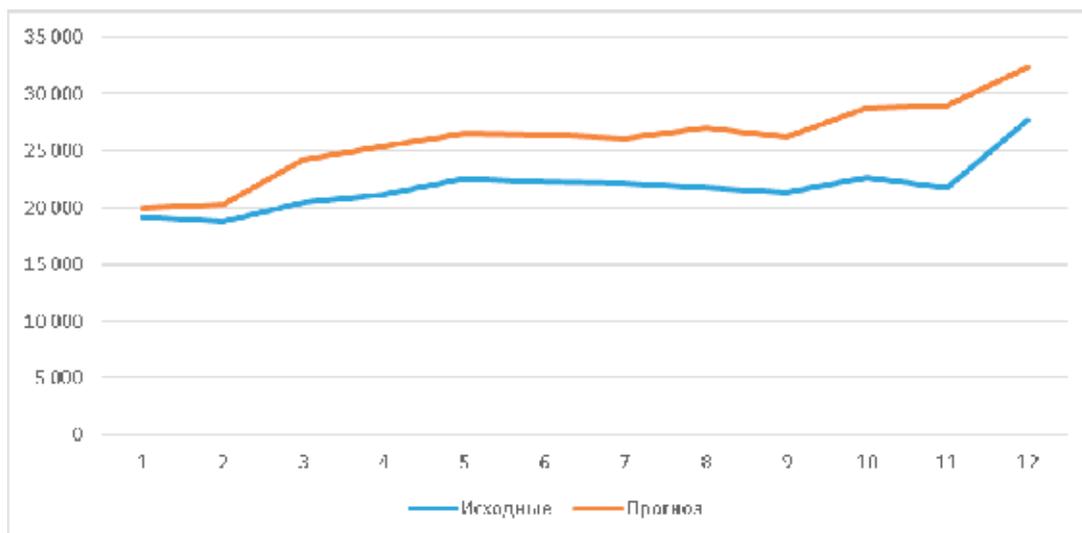


Рис. 3. Сравнение прогнозируемых данных на будущие периоды



Рис. 4. Сравнение исходного ряда с прогнозируемым за прошлые периоды

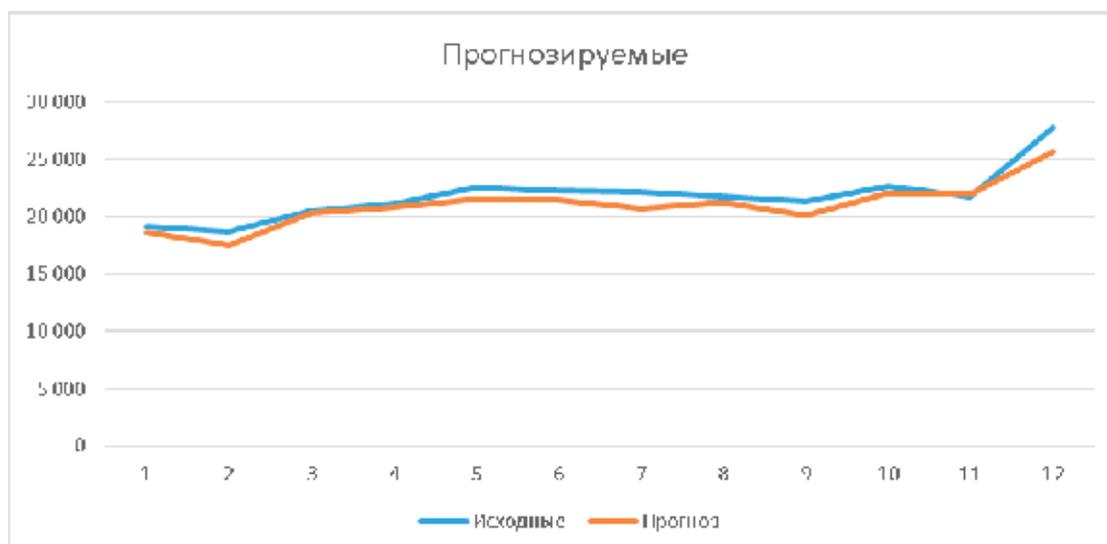


Рис. 5. Сравнение исходного ряда с прогнозируемым на будущие периоды

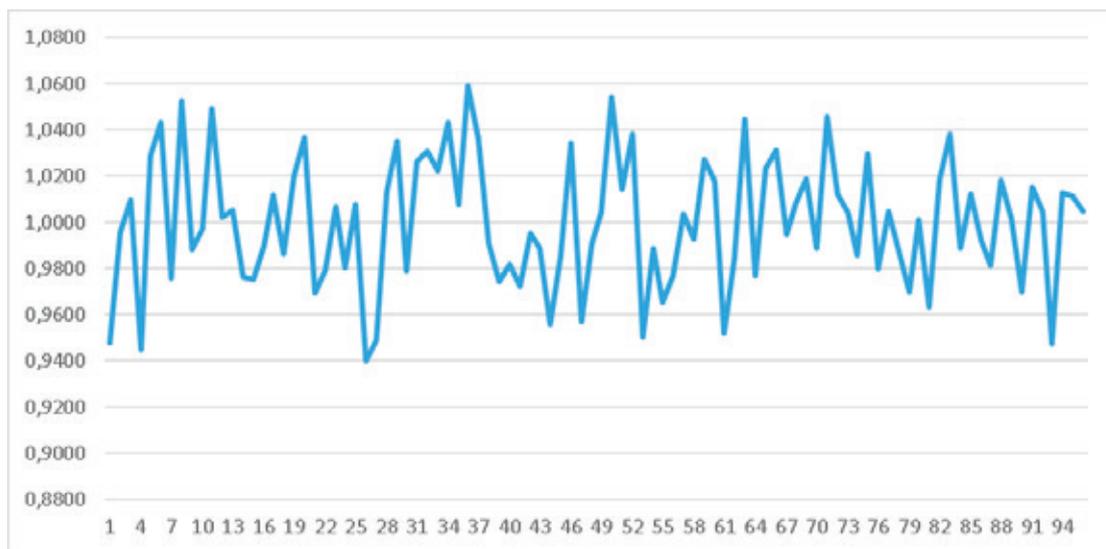


Рис. 6. График распределение ошибок

После этого был построен прогноз на будущие периоды (рисунок 3).

Графики показывают не очень точный прогноз, поскольку модель Уинтерса основана на экспоненциальном сглаживании с мультипликативной сезонностью и линейным ростом, а модель Тейла-Вейджа предполагает линейное сглаживание.

При использовании модели Уинтреса зависимость между исходными данными прошлых периодов и расчетными данными прошлых периодов стала более точной (рисунок 4).

Литература:

1. Лукашин Ю. П. Л84 Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 416 с: ил.
2. Э. Е. Тихонов. Методы прогнозирования в условиях рынка: учебное пособие. — Невинномысск, 2006. — 221 с.
3. Светульников с. Г., Светульников И. С. Методы социально-экономического прогнозирования: Учебник для вузов. Том 1. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009.

Методы распознавания образов

Черногорова Юлия Викторовна, студент
Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

Распознавание образов — научная дисциплина, целью которой является выявление объектов по нескольким критериям или классам. Теория распознавания объектов представляет собой раздел информатики, который основывается на разработке основ и методов идентификации предметов, явлений и сигналов. Потребность в таком распознавании возникает во многих областях, начиная с машинного зрения, символического распознавания, диагностики в меди-

На следующем графике показан ряд исходных данных в сравнении с прогнозируемыми данными на будущие периоды при использовании модели Уинтерса.

Распределение ошибок при использовании модели Уинтерса представлено на рисунке 6.

Эксперименты показали, что для решения поставленной задачи предпочтительнее использовать модель Уинтреса. Эта модель была использована при разработке web-приложения, которое позволяет оценивать стоимость годового обслуживания автомобиля в зависимости от модели, типа двигателя, трансмиссии, года выпуска и тд.

цине, распознавания речи и заканчивая узко специальными задачами. Несмотря на то, что некоторые из этих задач решаются человеком на подсознательном уровне с большой скоростью, до настоящего времени ещё не создано компьютерных программ, решающих их в столь же общем виде [1,2]. В связи с этим, проблема распознавания образов получила повсеместное распространение, в том числе в области искусственного интеллекта и робототехники.

Возможность распознавания базируется на схожести подобных объектов. Несмотря на то, что все явления и предметы не похожи друг на друга, между некоторыми из них всегда можно найти сходства по тому или иному признаку

Все методы распознавания объектов делятся на два вида: методы, основанные на теории решений и структурные методы. Первые основаны на вычислении с помощью количественных величин, таких как длина, текстура и т.д. Вторые ориентированы на образы, для описания которых больше подходят качественные величины, например реляционные. Также в распознавании объектов немаловажную роль играет обучение на основе известной выборки.

Под образом подразумевается некоторая упорядоченная совокупность признаков. Классом образов называется совокупность объектов с одинаковыми свойствами. Классификатором или решающим правилом называется правило отнесения образа к одному из классов на основании его вектора признаков. На практике широкое применение имеют три формы представления признаков: вектор признаков (для количественных величин), символьная строка и деревья признаков (для структурных величин) [3].

Методы, основанные на сопоставлении, представляют собой наборы векторов признаков каждого класса объектов. Новый образ будет отнесен к тому классу, который окажется наиболее близким, в пределах заранее заданной метрики. Очевидно, что самый простой подход состоит в поиске минимального расстояния, которое вычисляется при помощи евклидовых норм между векторами признаков неизвестного объекта и векторами прототипа. Вывод о принадлежности объекта к определенному классу происходит по наименьшему из этих расстояний. Минимальный классификатор расстояния хорошо работает в тех случаях, где расстояние между точками математического ожидания классов велико по сравнению с диапазоном разброса объектов каждого класса.

Не менее важными являются методы распознавания образов, основанные на вероятностных классификаторах, по причине случайностей, которые влияют на порождение классов образов. Следовательно, необходимо выработать такой оптимальный подход, при использовании которого окажется наименьшая вероятность появления ошибок.

Очень сложно однозначно ответить, как выглядит оптимальный метод описывающий компьютерное зрение. Однако, можно разделить все существующие методы на три ступени: первичная обработка и фильтрация, логическая оценка результатов фильтрации и алгоритмы принятия решений [2]. Как правило, для распознавания объектов на изображении необходимо применить все эти этапы, однако бывает достаточно двух, или даже одного.

К группе фильтрации можно отнести методы, которые позволяют определить на изображении интересные объекты, без предварительного анализа. Основная масса таких методов использует какую-либо единую операцию

ко всем точкам изображения одновременно. На данном уровне анализ как правило не проводится.

Самым простым преобразованием является бинаризация изображения по порогу. Для изображений *RGB* и в градациях серого таким порогом является значение яркости. Выбор порога, определяющего бинаризацию, определяет вид самого процесса. Как правило, бинаризация происходит при алгоритме аддитивного выбора порога. Например, таким алгоритмом может стать выбор математического ожидания или моды, а также наибольшего пика гистограммы.

Существующие классические методы фильтрации могут быть применены в широком спектре задач. Наиболее распространенным классическим методом является преобразование Фурье, однако он не используется в изображениях в чистом виде [3,4]. Однако для анализа изображений часто бывает недостаточно простого одномерного преобразования, и требуется гораздо более ресурсоемкое двумерное преобразование:

$$G_{uw} = \frac{1}{NM} \sum_{n=1}^{N-1} \sum_{m=1}^{M-1} x_{mn} e^{-2\pi j \left[\frac{wu}{M} + \frac{vw}{N} \right]}$$

Вычисление по такой формуле является достаточно трудоемким, поэтому на практике чаще пользуются сверткой интересующей области с помощью низкочастотных или высокочастотных фильтров, в зависимости от конкретной задачи. Такое упрощение конечно, не позволяет более широкого диапазона операций, таких как анализ, однако зачастую бывает достаточно только результата без последующих преобразований.

Вейвлет-преобразования являются более перспективным и современным методом обработки изображений, чем преобразование Фурье [5]. Они упрощают сжатие, анализ и передачу большого количества изображений. Вейвлет-преобразования основаны на разложения по малым волнам (вейвлетам) с изменяющейся частотой и ограничением по времени, в отличие от преобразования Фурье, построенного на гармонических функциях.

В 1987 году Стефан Маллат впервые продемонстрировал, что вейвлеты могут быть положены в основу принципиально нового метода обработки изображений, получившего название кратномасштабный анализ. Как очевидно из названия, кратномасштабная теория имеет дело с анализом изображений при различных разрешениях, так как многие детали, незаметные при одном масштабе, могут быть легко найдены при другом. Долгое время вейвлеты обладали весьма ограниченным распространением, однако в настоящий момент уже трудно уследить за всей информацией, имеющейся по этой теме.

При взгляде на изображение, мы видим связанные наборы объектов одинаковой яркости и структуры, которые объединяясь образуют предметы или области отображения. Когда присутствуют одновременно, как маленькие объекты, так и большие, то анализ изображения в разных разрешениях позволит значительно расширить области обработки.

С математической точки зрения изображение является двумерной матрицей значений яркости. Однако при переходе от одной его части к другой, даже такие статистики первого порядка, как гистограммы значительно меняются. Существует набор классических функций, применяемых в вейвлет преобразованиях [5]: вейвлет Хаара, вейвлет Морле, вейвлет Добеши и т.д. Хорошим примером применения вейвлет анализа является задача поиска блика в зрачке глаза, где вейвлетом является сам блик.

В основе вейвлетов лежит корреляция, которая может применяться как в совокупности с другими методами, так и самостоятельно. При распознавании образа в изображении это незаменимый инструмент.

Другим не менее интересным классом фильтрации является фильтрация функций. Она позволяет на простом изображении найти множество кусочков простейших функций (прямая, парабола и т.д.). Наиболее известным является преобразование Хафа, которое позволяет находить любые эффективно вычислимые функции. Его аналогом является преобразование Радона, которое за счет вычисления через быстрое преобразование Фурье дает выигрыш в производительности.

Отдельный раздел фильтрации — фильтрация контуров. Она очень полезна в той ситуации, когда объект достаточно сложный, но имеет четкие границы. Тогда фильтрация контуров является чуть ли не одним из основных инструментов работы с изображением и проводится с использованием операторов Кенни, Лапласа, Прюитта, Собеля и Робертса.

Рассмотренные фильтры могут решить большинство задач, однако не стоит забывать о менее распространенных, но используемых в локальных задачах [6]: итерационные фильтры, курвлет и бамблет преобразования и т.д.

Поле фильтрации на выходе получается набор данных подающихся обработке. Но порой они все же требуют дополнительных логических преобразований. Поэтому необходимо введение методов, позволяющих перейти от целого изображения к свойствам объектов на нем.

Методы математической морфологии являются средством перехода от фильтрации к логике. Они позволяют убрать шумы на бинарном изображении, изменив размер имеющихся элементов. Также существует множество методов, которые позволяют идентифицировать объект по контуру. Такой подход называется контурным анализом. Особые точки являются уникальными характеристиками которые позволяют сопоставить разные классы объектов. Существует три вида особых точек: особые точки, являющиеся стабильными на протяжении времени; особые точки, являющиеся при смене освещения и небольших движениях объекта; и стабильные особые точки.

Методы машинного обучения и принятия решений являются финальной стадией в распознавании образов. Они находятся на стыке математической статистики, методов оптимизации и классических математических дисциплин, но имеет также и собственную специфику, связанную с проблемами вычислительной эффективности и переобучения. В большинстве случаев суть обучения заключается в следующем: на основе обучающей выборки с признаками каждого класса построить такую модель, с помощью которой машина сможет проанализировать новое изображение и решить, какой из объектов имеется на изображении. Существует два типа обучения: на основе человеческого знаний, перенесенных в компьютер в виде базы и обучение по прецедентам (индуктивное) основанное на выявлении закономерностей. В реальных прикладных задачах входные данные об объектах могут быть неполными, неточными, нечисловыми, разнородными. Эти особенности приводят к большому разнообразию методов машинного обучения.

Таким образом, мы провели краткий анализ существующих методов машинного распознавания образов. Искусственный интеллект и некоторые смежные области, такие как анализ сцен и машинное зрение, все еще пребывают на начальных стадиях развития. Однако, описанные подходы действительно крайне разнообразны и с помощью большинства из них можно решить практически любую задачу распознавания образов.

Литература:

1. Вудс Р., Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений //М.: Техносфера. — 2005.
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB //М.: Техносфера. — 2006. — Т. 616. — С. 6.
3. Дж Т., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. — 1978.
4. Вапник В. Н., Червоненкис А. Я. Теория распознавания образов. Статистические проблемы обучения. — 1974.
5. Дремин И. М., Иванов О. В., Нечитайло В. А. Вейвлеты и их использование //Успехи физических наук. — 2001. — Т. 171. — № . 5. — С. 465–501.
6. Шапиро Л., Стокман Д. Компьютерное зрение //М.: Бином. Лаборатория знаний. — 2006. — Т. 752.

Современные технологии защиты информации в распределённых системах

Явтуховский Евгений Юрьевич, студент;
Кошелев Семён Олегович, ассистент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье рассматривается проблема обеспечения защищенности информации в распределённых информационных системах и безопасности таких систем, построенных на базе современных, высокоскоростных, компьютерных сетей. Применение и возможности средств защиты информации, таких как системы обнаружения и предотвращения вторжений, антивирусные системы, межсетевые экраны, средства шифрования канала передачи информации.

Ключевые слова: защита информации, информационная безопасность, распределённые системы, компьютерная сеть, интернет, шифрование, VPN, система обнаружения и предотвращения вторжений, антивирус, межсетевой экран

С развитием интернет-технологий возрастает число, как производственных, распределённых и локальных систем, так и пользователей, использующих подключение к глобальной сети для собственных нужд. Увеличение скорости передачи информации, улучшение качества подключения, возможность доступа к любым сетевым ресурсам из любой точки мира сделали Интернет незаменимым инструментом почти для каждого человека (по состоянию на октябрь 2016 года, 59% граждан России в возрасте от 18 лет и старше регулярно используют ресурсы Интернет) [1]. Но особенно эти характеристики важны для государственных служб и различных организаций. В связи с этим всё большее распространение получают распределённые информационные системы, позволяющие одновременно работать с одними данными с разных точек страны.

В настоящее время юридически закреплённое определение термина «распределённая система» в нормативно-правовой документации, существующей в области информационных технологий и защиты информации, отсутствует.

В своей работе Э. Таненбаум дал определение распределённой системы, как «набор независимых компьютеров, представляющий их пользователям единой объединённой системой» [2]. С практической точки зрения, такая система может представлять собой два и более компьютера или сервера, связанных каналом передачи информации, с закреплённым за каждым из них набором функций. Таким образом, любая локальная сеть является частным случаем распределённой. Главными отличительными чертами являются количество объединённых сетей АРМ и их территориальное расположение. Зачастую, распределённые системы включают в себя значительное количество компьютеров, а также, отдельные её сегменты могут находиться на большом удалении друг от друга.

Основным уязвимым местом данной технологии является канал передачи информации между сегментами. Поскольку, по мере перемещения по общим коммуникаци-

онным линиям, данные могут быть перехвачены, что ведёт к нарушению минимум одного из трёх основных свойств информации — конфиденциальности (информация становится известной третьим лицам), а также, возможно, и других: целостности (данные могут быть как-либо модифицированы) и доступности (данные могут не дойти до адресата или дойти с задержкой).

Кроме того, существует возможность информационных атак на защищаемую систему извне, через глобальную сеть. Они могут осуществляться по разным сценариям и различными методами. Стоит выделить следующие: вирусные атаки различных видов, сетевые атаки направленные на проникновение и сетевые атаки направленные на отказ работы всей системы, её структурных элементов или конкретного оборудования.

Для создания системы защиты от вышеназванных угроз необходимо применение комплекса программных, аппаратных или программно-аппаратных средств защиты. Так, одним из эффективных инструментов для защиты канала передачи информации являются создание и использование виртуальной частной сети (VPN — virtual private network) «поверх» сети общего доступа и шифрование данных. Для защиты от сетевых и вирусных атак применяются системы антивирусной защиты, системы обнаружения и предотвращения вторжений и межсетевые экраны.

Рассмотрим каждую из технологий более подробно.

Под VPN понимают набор технологий для туннелирования и шифрования канала по различным стандартам. Туннелирование — процесс создания логического, виртуального, канала передачи информации между несколькими абонентами (от двух и более) на основе уже имеющихся физических сетей. Туннелирование осуществляется за счет инкапсуляции, «вложения» данных одного протокола в пересылаемый пакет данных другого протокола (например «вложение» UDP пакета в пакет протокола IP), на различных уровнях модели OSI (канальном, сетевом или транспортном (Рисунок 1)). Непосредственно для самой защиты пересылаемой ин-

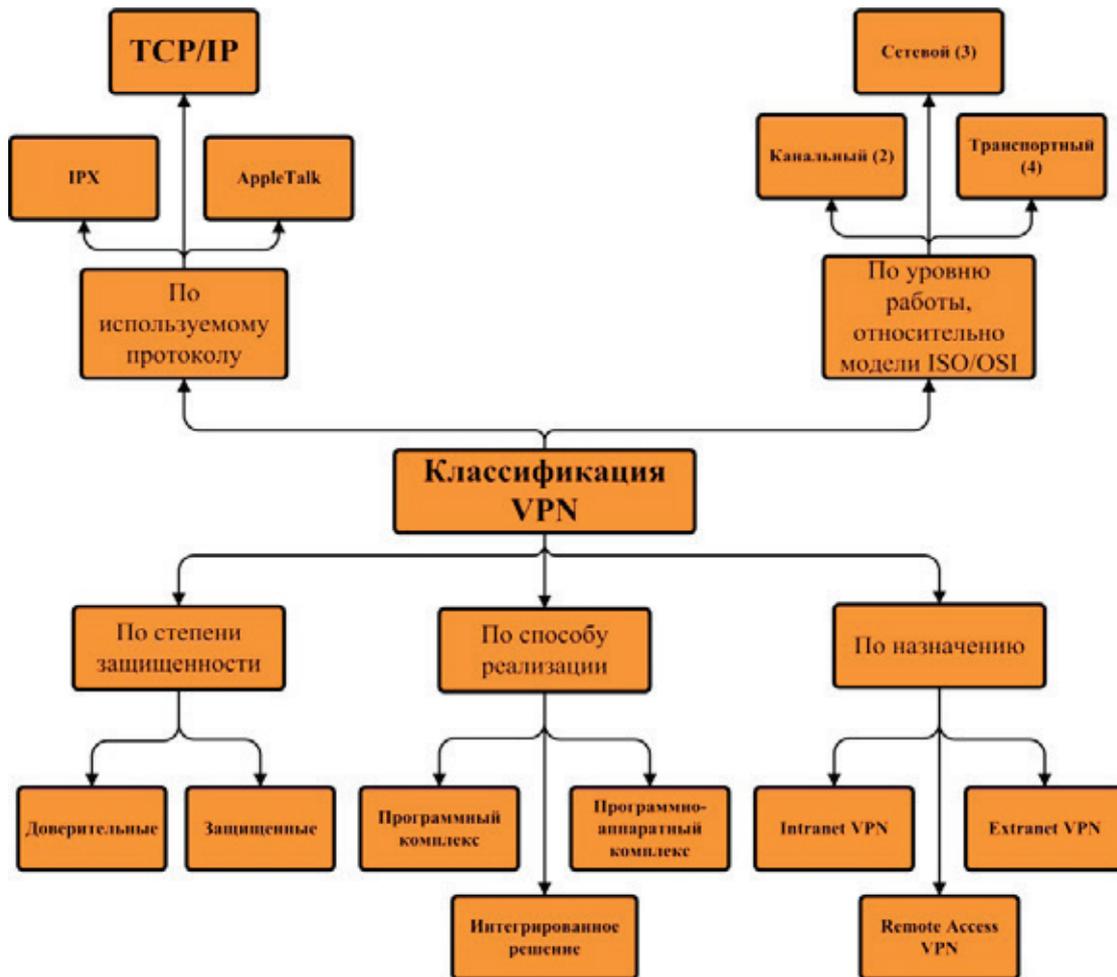


Рис. 1. классификация VPN

формации в VPN применяется шифрование канала, т.е. каждый пакет данных шифруется перед отправкой, затем происходит его «вложение» в другой. Далее происходит перемещение пакета по виртуальной сети, его приём с последующей расшифровкой. Для кодирования пакетов используются симметричные алгоритмы шифрования [3], [4].

Также для повышения защищённости, информация может быть предварительно зашифрована отдельными средствами. Обе эти функции объединяют в себе программные и аппаратные комплексы, называемые криптопровайдерами. На данный момент на Российском рынке большинство криптопровайдеров представлены комплексами «ViPNet» от ОАО «Infotecs» и АПКШ «Континент» от ООО «Код Безопасности».

Системами обнаружения и предотвращения вторжений являются аппаратные и программные средства, служащие для выявления атак на сетевые узлы распределённой системы и противодействия им. Принцип работы данных систем базируется на анализе всего проходящего трафика как в одну, так и в другую сторону. Чаще всего применяются технологии сигнатурного анализа и метод основанный на выявлении аномалий. Наиболее распространёнными средствами защиты в данном сегменте яв-

ляются: «ViPNet IDS» от ОАО «Infotecs», модуль АПКШ «Континент» от ООО «Кода Безопасности», «Cisco» «IPS Sensor» серии 4500 и «Network Security Platform» от «McAfee».

Программы антивирусной защиты применяются для предотвращения и ликвидации последствий заражения компьютеров вредоносным ПО. Главной отрицательной чертой вредоносного ПО является большая изменчивость формы и синтаксиса тела вируса, что позволяет им в некоторых случаях обходить детекторы антивирусных программ. Блок-анализатор может использовать метод статистического, эвристического анализа или их комбинацию для повышения эффективности. Также одним из немаловажных факторов применения антивирусов состоит в поддержании вирусных баз в актуальном состоянии и их регулярное обновление. Лидерами в данной отрасли являются продукты фирм АО «Лаборатория Касперского», «ESET Software», и ООО «Доктор Веб».

Межсетевые экраны служат для физического и логического отделения нескольких локальных или распределённых сетей друг от друга. Они предназначены для защиты системы от несанкционированного доступа от внешних источников и для ограничения доступа законных пользователей к каким-либо внешним ресурсам. Ограни-

чение осуществляется по заранее определённым набору правил, настраиваемому на межсетевом экране. «Trust-Access» от «Кода Безопасности» является отличным примером программного межсетевого экрана.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что правильная установка, настройка и обслуживание средств технической защиты информации позволяет эффек-

тивно отражать возникающие угрозы для любой распределённой системы. В тоже время, следует отметить, что использование указанных СЗИ не даёт полную гарантию защиты от заражений и атак, в связи с чем, необходимо обратить внимание не только на средства предотвращения атак, но и на минимизацию их последствий.

Литература:

1. Статистика использования интернет-ресурсов населением в России
2. URL: http://www.bizhit.ru/index/users_count/0-151
3. Э. Таненбаум, М. ван Стеен, «Распределённые системы. Принципы и парадигмы» — СПб.: Питер, 2003. — 877 с.;
4. Олифер В. Г., Олифер Н. А., «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов» — 4-е изд. — СПб.: Питер, 2010. — 944 с.;
5. Шаньгин В. Ф., «Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: учебное пособие» — Москва: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2011. — 416 с.;
6. Явтуховский Е. Ю., «Анализ систем обнаружения вторжений на основе интеллектуальных технологий» [Текст] — Технические науки: теория и практика: материалы III междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый, 2016. — С. 27–30. URL: <http://moluch.ru/conf/tech/archive/165/10049/>;
7. Явтуховский Е. Ю., «Сравнение основных видов интеллектуальных технологий для использования в антивирусных программах» — Молодой ученый., 2016., № 11. — С. 254–255. URL: <http://moluch.ru/archive/115/31229/>.

Аналитические методы оценки защищенности информации, обрабатываемой в информационной системе

Яцкевич Антон Игоревич, студент;
Кошелев Семён Олегович, ассистент
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В статье рассматривается проблема оценки защищенности информации в информационных системах, а также применение и возможности средств защиты информации, основанных на аналитических методах оценки защищенности.

Ключевые слова: защита информации, антивирусное программное обеспечение, информационная безопасность, оценка защищенности, угроза информационной безопасности, аналитическая деятельность

Порой сложно построить адекватную систему защиты информации организации. Особенно в условиях недостаточности понимания мероприятий по защите информации со стороны руководящего состава организации. Тем не менее, можно найти способ убедить персонал и руководство компании действовать в рамках информационной безопасности.

В первую очередь, защищенность — состояние информации, при котором исключается возможность случайного или преднамеренного воздействия искусственного или естественного характера, которое может нанести неприемлемый ущерб субъектам информационных отношений [1]. В целях достижения такого состояния принимаются различные меры по защите информации. Проблема оценки эффективности принимаемых

мер существует уже довольно давно. В большинстве случаев это связано со сложностью оценки качества применяемых инструментов, а также с их высокой стоимостью.

Одним из способов аналитической оценки защищенности является проведение экспертной оценки системы защиты предприятий. Для этого проводится экспертная оценка защищенности предприятия. Такая проверка может проводиться как сотрудниками компании, так и независимыми экспертами. Стоит заметить, что с помощью экспертной оценки можно проверять не только программное обеспечение рабочих станций, но и нормативную документацию.

Еще одним направлением в данной области является проверка на соответствие международным и государ-

ственным стандартам. При проведении проверки такого типа все средства защиты, рабочие станции, а также документация подвергаются проверке на соответствие определенным требованиям, что позволяет выявить какие-либо уязвимости в системе защиты и вовремя их устранить. На основе проверок создается модель угроз. Существует два типа моделей угроз — базовая и частная. В базовой модели угроз описаны все возможные угрозы безопасности информации. На ее основе оценивается вероятность возникновения какой-либо угрозы, а после этого специалист составляет частную модель угроз, в которой указывается перечень актуальных угроз для конкретной организации. Частная модель угроз необходима для определения четких требований к системе защиты. Без частной модели угроз невозможно проработать адекватную защиту информации, которая обеспечивала бы защищенность организации. Важно понимать, что данный документ не защищает от угроз безопасности, в нем лишь приводится их описание и вероятность появления. Поэтому специалисты в области информационной безопасности начали разрабатывать различное программное обеспечение, способное оценить уже существующую систему.

В качестве примера, в рамках данной статьи будет рассмотрена программа XSpider, которая позволяет находить уязвимости на рабочих станциях и в корпоративной сети предприятия. Разработка данной утилиты была начата еще в 1998—2001 годах специалистом по информационной безопасности Дмитрием Максимовым для личного пользования. Через несколько лет, а именно в 2002 году, Дмитрий вместе с Евгением Киреевым основали компанию Positive Technologies, а XSpider стала развиваться, а также распространялась бесплатно, что долгое время благоприятно отражалось на защищенности сетей и пользователей в целом. Однако уже летом 2003 года была выпущена XSpider версии 7.0, которая стала платной. Программа получила большой скачок вперед, вобрав в себя все достоинства предыдущих версий. Сами разработчики оправдали такой переход тем, что они собираются делать продукт высокого класса, а это в свою очередь требует немалых затрат. Основными возможностями программы являются:

- Отслеживание изменений на подконтрольных узлах корпоративной сети
- Определение сервисов, реализуемых на портах сети для выявления угроз безопасности серверов с нешаблонной конфигурацией
- Анализ и оптимизация парольной защиты во многих сервисах
- Обработка сервисов, связанных с вызовом удаленных процедур, включая определение конфигурации компьютера
- Углубленное тестирование узлов под управлением Windows
- Расширенный анализ содержимого веб-сайтов, а также выявление слабостей в скриптах.
- Проведение проверок на нестандартные DoS-атаки

В связи с интенсивным развитием информационных технологий в государственных структурах и частных организациях появляются новые уязвимости, используемые злоумышленниками для получения какой-либо выгоды. Стоит отметить, что традиционное антивирусное программное обеспечение не может эффективно бороться с такими атаками. Поэтому появляется необходимость использования других способов защиты, позволяющих оценить защищенность существующей системы.

Интеллектуальный сканер XSpider предоставляет возможность выявления максимального количества уязвимостей в информационной среде компании еще до попытки использования злоумышленником [2]. Сканирование, которое используется XSpider, проводится регулярно, а также практически не требует вмешательства специалиста. При завершении сканирования программа дает рекомендации по ликвидации выявленных слабостей. Кроме того, XSpider применяется не только под управлением операционных систем семейства Windows, но и на Unix-подобных системах. Также осуществляется проверка систем управления базами данных, сетевых устройств. На этапе проверки могут быть выделены уязвимости системного и прикладного программного обеспечения, а также проводится анализ веб-приложений. Программа работает удаленно, поэтому установка дополнительного программного обеспечения на проверяемые узлы не требуется. При этом даже во время сканирования XSpider не оказывает влияния на производительность производственных процессов, что позволяет проверять узлы на наличие уязвимостей без отрыва от работы самого пользователя. Также в программе имеются базы уязвимостей, согласно которым программа проводит анализ, эти базы обновляются автоматически, наличие таких баз в совокупности с эвристическими алгоритмами работы программы позволяет иметь достаточно низкий уровень ложных срабатываний.

Согласно статистике [3], представленной на диаграмме 1, большинство организаций, участвовавших в опросе, используют сканер уязвимостей как дополнительный инструмент анализа защищенности Web-приложений (68%). Одна треть компаний использовала XSpider для сканирования систем управления базами данных (30%). И лишь несколько организаций (2%) используют программу для проверки собственных утилит на наличие недочетов в алгоритмах работы.

Как и у любой программы по защите информации, у XSpider есть иностранные аналоги. Как хороший пример можно выделить Nessus — программу, разработанную для поиска уже известных уязвимостей узлов сети. Данный продукт имеет клиент-серверную архитектуру, а это позволяет расширить возможности сканирования. Как и XSpider, Nessus используется для сканирования портов и определения сервисов, которыми используются порты. Стоит заметить, что тестирование уязвимостей производится с помощью плагинов, написанных на

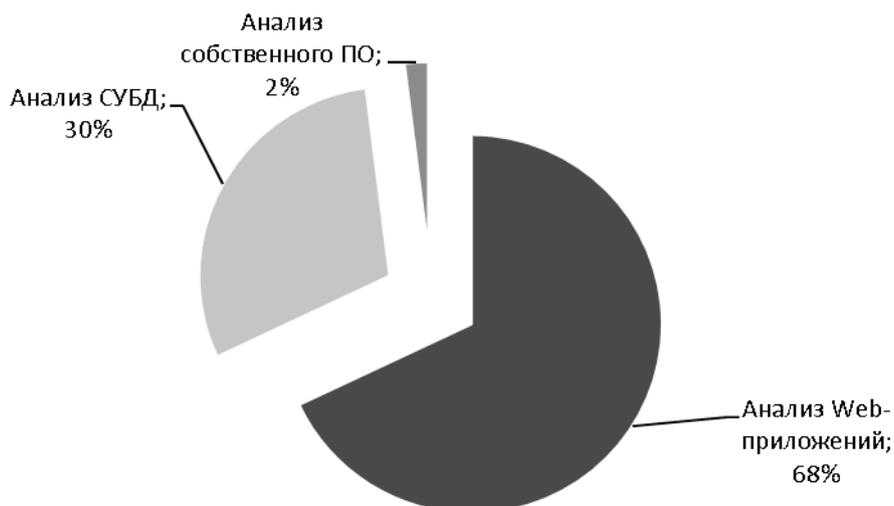


Рис. 1. Цели использования XSpider

Использующиеся сканеры уязвимостей

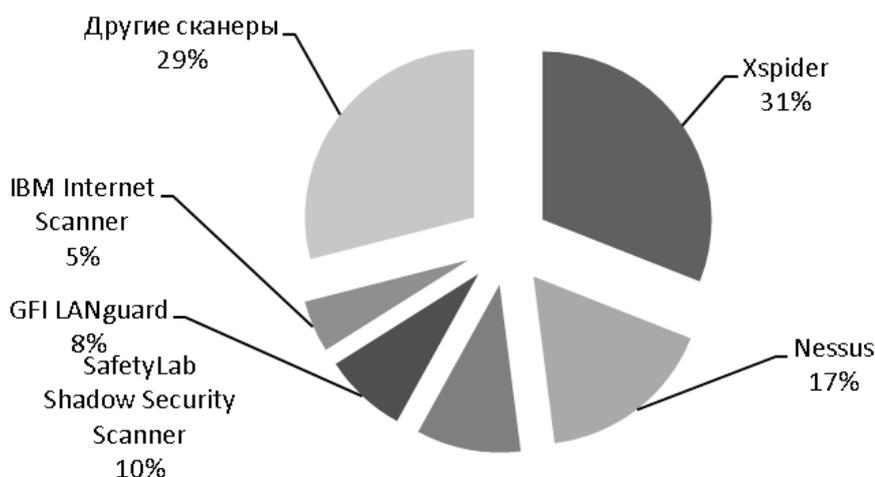


Рис. 2. Использующиеся сканеры уязвимостей

языке NASL (Nessus Attack Scripting Language). Однако он не обладает интеллектуальным поиском уязвимостей, а лишь сверяется с базами, которые обновляются примерно с такой же периодичностью, как и XSpider. На диаграмме 2 представлена статистика использования компаниями различных сканеров [3]:

По диаграмме видно, что XSpider является наиболее популярным сканером уязвимостей на российском рынке. Это связано с тем, что он разрабатывается продолжительное время и уже успел зарекомендовать себя на рынке. Также стоит отметить, что сетевой сканер безопасности XSpider версии 7.8.24 получил сертификат соответствия Федеральной Службы по Техническому и Экспортному Контролю России № 3247 от 24 октября 2014 года. Сертификат действителен до 24 октября 2017 года. Сертификация проводилась на соответствие требованиям руководящего документа «Защита от

несанкционированного доступа к информации. Часть 1. Программное обеспечение средств защиты информации. Классификация по уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей» (Гостехкомиссия России, 1999 год) — по 4 уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей и технических условий, поэтому он может применяться в государственных и муниципальных учреждениях.

На сегодняшний день сканеры уязвимостей остаются эффективным средством контроля защищенности различных информационных систем и всё также полезны при построении защиты в корпоративной сети предприятия, а также при работе на рабочих станциях. Регулярные обновления актуальных сканеров позволяют эффективно использовать их возможности для выявления существующих уязвимостей, что положительно сказывается на общей защищенности информационной системы.

Литература:

1. Основы информационной безопасности и защиты информации. URL: <https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/kripto/lecture/tema1>
2. Сканер уязвимостей XSpider. URL: <https://www.unlim-it.ru/xspider.html>
3. Сравнительный анализ сканеров безопасности. URL: <http://www.securitylab.ru/analytics/365241.php>

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной в селе Малая Валяевка Пензенской области

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;
 Потемина Виктория Дмитриевна, студент;
 Азимова Яна Александровна, студент
 Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах в сентябре 2016 года была проведена экспертиза промышленной безопасности здания газифицированной котельной в с. Малая Валяевка. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1].

При проведении экспертизы промышленной безопасности были разработаны мероприятия по устранению выявленных дефектов, которые соответствовали современным требованиям [2. 19] повысили уровень промышленной безопасности.

Действие заключения экспертизы распространялось на здание котельной (система газопотребления) — далее по тексту здание.

Здание 1985 года постройки имеет прямоугольную форму в плане. Основу несущих и ограждающих конструкций составляют каменные стены (выполненные из глиняного и силикатного кирпича), по кирпичным стенам уложены железобетонные плиты перекрытия. В здании расположено оборудование, предназначенное для снижения входного давления газа и автоматического поддержания его на заданном уровне независимо от изменений давления газа на выходе и расхода газа в сети.

Общий вид здания показан на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид здания

За условную отметку $\pm 0,000$ принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,05 м выше отметки пола. Для повышения уровня промышленной безопасности здания не-

обходимо устранение дефектов, выявленных при обследовании здания. Все дефекты сведены в таблицу 1, с указанием необходимых мероприятий и сроках устранения.

Таблица 1. Ведомость дефектов

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Мероприятия по повышению уровня промышленной безопасности здания
	Фундамент, отмостка и цоколь	Сорные травы и посторонние предметы в районе отмостки Отсутствует отмостка	Убрать сорные травы и посторонние предметы в районе отмостки. Выполнить отмостку шириной не менее 500 мм
	Несущие и ограждающие каменные конструкции	Разрушение кирпичной кладки	Восстановить целостность кирпичной кладки Восстановление производить путем оштукатуривания фасада по металлической сетке. Сетку анкерить в кладку.
	Железобетонные плиты	Дефекты не выявлены	-

Ниже на рис. 2–3 представлены основные выявленные дефекты.



Рис. 2. Отсутствует отмостка



Рис. 3. Разрушение кладки стен

Были сделаны выводы по натурному обследованию:

1. Оценка соответствия рабочего процесса технологическому регламенту — соответствует;
2. Оценка соответствия несущих строительных конструкций проекту — проект отсутствует;
3. Оценка соответствия конструкции, исходя из анализа возможных аварийных ситуаций:
 - Состояние фундамента, отмостки и цоколя является ограниченно-работоспособным;
 - Состояние несущих и ограждающих каменных конструкций является ограниченно-работоспособным;
 - Состояние железобетонных плит покрытия является работоспособным;
 - Состояние кровли является работоспособным;
 - Состояние пола является работоспособным.

4. Выявленные дефекты являются следствием нормального развития и накопления возрастных дефектов строительных конструкций, а также отсутствием периодического ремонта и не оказывают влияния на безопасность сооружения в целом, не представляют угрозу жизни и здоровью персонала, не могут являться источником развития аварийных ситуаций и должны быть устранены в ходе ремонта.

И дано заключение экспертизы промышленной безопасности:

1. Здание соответствует требованиям промышленной безопасности;
2. Установленный срок дальнейшей безопасной эксплуатации здания 5 лет (до 22.09.2021 г.), при условии мониторинга развития выявленных дефектов и проведению текущих ремонтов по их устранению.

Литература:

1. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
2. Бердников А.Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ»/Машсталь» / Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В. // Молодой ученый_. 2015. № 10 (90). С. 146–149.
3. Арискин М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый_. — 2015. — № 17. — С. 99–101.
4. Арискин М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый_. — 2015. — № 17. — С. 95–99.
5. Арискин М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый_. — 2015. — № 17. — С. 104–109.
6. Арискин М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъема второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый_. — 2015. — № 17. — С. 101–104.
7. Бердников А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования / Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). С. 53–56.
8. Кошкарговская Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса / Арискин М. В., Кошкарговская Е. В. // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). С. 68.
9. Дмитриева Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа / Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е. // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). С. 42–50.
10. Загарина М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций / Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). С. 82–87.
11. Немова Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий / Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). С. 65–66.
12. Загарина М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве / Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). С. 90–91.
13. Логанина В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов / Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Садовникова М. А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. С. 7–10.
14. Павленко В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции / Арискин М. В., Павленко В. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). С. 65–68.
15. Загарина М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве / Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). С. 92–94.
16. Куценко Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых вклеенных кольцевых шпонках / Арискин М. В., Куценко Е. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). С. 16–22.

17. Родина Е. В. Оценка несущей способности вклеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций / Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). С. 44–48.
18. Гуляев Д. В. Изготовление соединений на вклеенных стальных шайбах / Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). С. 13–15.
19. Арискин М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках / Арискин М. В., Никишина О. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). С. 50–52.

Результаты экспертизы промышленной безопасности производственного корпуса УПТК, эксплуатируемого на опасном производственном объекте, Пензенская область, г. Заречный

Арискин Максим Васильевич, кандидат технических наук, доцент;
Потемина Виктория Дмитриевна, студент;
Азимова Яна Александровна, студент
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах в сентябре 2016 года была проведена экспертиза промышленной безопасности здания газифицированной котельной в с.г. Заречный, Пензенская обл. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1].

При проведении экспертизы промышленной безопасности были разработаны мероприятия по устранению выявленных дефектов, которые соответствовали современным требованиям [2. 19] повысили уровень промышленной безопасности.

Действие заключения экспертизы распространялось на здание котельной (система газопотребления) — далее по тексту здание.

Здание 1982 года постройки имеет прямоугольную форму в плане. Реконструкция здания произведена в 2012 г. Основу несущих конструкций составляют железобетонные колонны и фермы, в качестве ограждающих конструкций применены сборные многослойные плиты. В качестве покрытий применены железобетонные плиты, по которым устроена кровля. В здании расположено газоиспользующее оборудование.

Общий вид здания показан на рис. 1.

Фундаменты здания столбчатые с устройством фундаментных балок. Глубина заложения фундамента не менее



Рис. 1. Общий вид здания

глубины промерзания (для Пензенской области 1,5 м). Цоколь здания выполнен из керамического кирпича. Вокруг здания имеется стилобатная часть, которая надежно

защищает фундаменты здания от проникновения атмосферных осадков. В результате обследования дефекты не выявлены (рис. 2.)



Рис. 2. Общий вид стилобатной части здания

Несущим каркасом здания являются железобетонные колонны. Пространственную жесткость здания обеспечивает жесткая заделка колонн в фундаменте, а также диск жесткости создаваемый железобетонными плитами покрытия.

В здании имеется несущие железобетонные фермы. В результате обследования дефекты не выявлены. Общий вид ферм показан на рис. 3.

Физический износ конструкций составляет 5–10%.

В здании в качестве перекрытий используются железобетонные плиты. Плиты ребристые высотой 110 мм. По периметру здание ограждено многослойными железобетонными панелями, показанными на рис. 4. В ходе обследования дефекты не выявлены.

По результатам обследования были сделан вывод:

Техническое состояние строительных конструкций здания оценивается как «работоспособное». Эксплуатация здания возможна по прямому назначению, при существующем уровне внешних эксплуатационных нагрузок. Выявленные дефекты являются следствием нормального развития и накопления возрастных дефектов строительных конструкций, а также отсутствием периодического ремонта и не оказывают влияния на безопасность сооружения в целом, не представляют угрозу жизни и здоровью персонала, не могут являться источником развития аварийных ситуаций и могут быть устранены в ходе ремонта.



Рис. 3. Общий вид железобетонных ферм



Рис. 4. Общий вид ограждающих конструкций стен

И дано заключение экспертизы промышленной безопасности:

1. Здание соответствует требованиям промышленной безопасности;

2. Установленный срок дальнейшей безопасной эксплуатации здания 5 лет (до 19.09.2021 г.), при условии мониторинга развития выявленных дефектов и проведению текущих ремонтов по их устранению.

Литература:

1. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
2. Бердников А. Г. Экспертиза промышленной безопасности зданий на примере обрубочного корпуса ООО «ЛМЗ»/Арискин М. В., Бердников А. Г., Павленко В. В. // Молодой ученый. 2015. № 10(90). С. 146–149.
3. Арискин М. В. Металлографические исследования материала флюгера ходовой рамы крана при проведении технической экспертизы о падении крана КБ-100.3Б [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — С. 99–101.
4. Арискин М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения металлоконструкций башенного крана КБ-100.3Б [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — С. 95–99.
5. Арискин М. В. Результаты технической экспертизы о разрушения грузозахватных приспособлений — стропов текстильных [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — С. 104–109.
6. Арискин М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъема второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — С. 101–104.
7. Бердников А. Г. Экспертиза промышленной безопасности, методы обследования / Арискин М. В., Павленко В. В., Бердников А. Г. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). С. 53–56.
8. Кошкардовская Е. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса / Арискин М. В., Кошкардовская Е. В. // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). С. 68.
9. Дмитриева Н. Е. Метод обследования строительных конструкций силосов бункерного типа / Арискин М. В., Гарькин И. Н., Дмитриева Н. Е. // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 3–2 (47). С. 42–50.
10. Загарина М. С. Проблемы моделирования деревянных конструкций / Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). С. 82–87.
11. Немова Е. Ю. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий / Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). С. 65–66.
12. Загарина М. С. Комбинированные перекрытия в современном строительстве / Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). С. 90–91.
13. Логанина В. И. Оценка трещиностойкости отделочного слоя на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов / Логанина В. И., Кислицына С. Н., Арискин М. В., Карнова О. В., Са-

- довникова М. А. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. С. 7–10.
14. Павленко В. В. Большепролетные несущие деревянные конструкции / Арискин М. В., Павленко В. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2015. № 5–6 (39–40). С. 65–68.
 15. Загарина М. С. Использование деревянных кленных конструкций в строительстве / Арискин М. В., Загарина М. С. // Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). С. 92–94.
 16. Куценко Е. В. Моделирование многорядных соединений на центровых клеенных кольцевых шпонках / Арискин М. В., Куценко Е. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). С. 16–22.
 17. Родина Е. В. Оценка несущей способности клеенной кольцевой шайбы в стыковых соединениях деревянных конструкций / Арискин М. В., Агеева И. Ю., Родина Е. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 2 (12). С. 44–48.
 18. Гуляев Д. В. Изготовление соединений на клеенных стальных шайбах / Арискин М. В., Гуляев Д. В., Агеева И. Ю. // Альманах современной науки и образования. 2013. № 6 (73). С. 13–15.
 19. Арискин М. В. Анализ недостатков и предложения по совершенствованию соединений на шайбах и шпонках / Арискин М. В., Никишина О. В. // Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 8–9 (18–19). С. 50–52.

Анализ методических подходов к оценке профессиональных рисков в России

Бакико Елена Владимировна, доцент;
Искакова Айнаш Кенесовна, магистрант
Омский государственный технический университет

Роль оценки и управления профессиональными рисками, как инструмента повышения эффективности системы управления охраной труда повышается. Это отражается в различных нормативно-правовых актах последних лет [1], включая приказ Минтруда № 438н «Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда» от 19.08.2016 г, а значит, она является актуальной задачей. Таким образом, одной из процедур направленных на достижение целей работодателя в области охраны труда (ОТ) является управление профессиональными рисками, которое возможно только при их количественной оценке.

В настоящее время понятие профессионального риска, в зависимости от области исследований, имеет различное толкование и смысл [2,3,4]. Также существуют и различные виды профессиональных рисков (индивидуальный, группой, социальный, приемлемый и др.). В нашей статье мы рассматриваем индивидуальный профессиональный риск (ИПР) как вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанную с исполнением работником обязанностей по трудовому договору (контракту) в зависимости от условий труда на его рабочем месте и состояния здоровья работника.

Как правило, в крупных компаниях оценка профессионального риска (ПР) выполняется, но чаще носит качественный характер. К сожалению, в настоящее время нет единой законодательно утвержденной практико-ориентированной методики количественной оценки профессиональных рисков, но существует достаточно большое многообразие различных методических подходов к их оценке.

Однако профессиональные задачи управления ПР стоят перед специалистами служб охраны труда уже сегодня. Поэтому необходимость выбора наиболее приемлемого метода для оценки ПР в организации может стать серьезной проблемой для специалистов по ОТ.

Для анализа основных методологических подходов мы проанализировали методы, основанные на нормативных документах, а также экспертные методические подходы, в которых рассматривается количественная оценка. Для анализа методической проработанности методов и возможности их практического применения были выделены следующие критерии:

- статус документа, содержащего метод;
- наличие четко структурированной формулы, понятной для специалистов по охране труда;
- перечень (доступность) необходимых исходных данных для расчета ПР в организации;
- вероятная область применения.

Представим результаты анализа, с точки зрения возможности использования метода на практике по каждому из них в соответствии с описанными критериями (табл. 1). При этом выделим их достоинства и недостатки друг относительно друга. Возможность или сложность расчетов на практике оценивалась с точки зрения компетентности специалистов по ОТ с высшим профессиональным образованием (ВПО) по специальности «Техносферная безопасность» (ТБ) или специалистами с опытом работы более 6 месяцев.

Анализируя эти подходы с точки зрения методической проработанности для возможности применения их

Таблица 1. Анализ методических подходов к оценке профессиональных рисков в организациях

Метод	Критерии анализа			Результаты анализа		
	Область применения	Статус	Формулы / Решения	Необходимые данные	Достоинства	
IR 2.2.1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников.	количественная оценка риска ущерба для здоровья работников от производственных факторов по вероятности нарушений здоровья	нормативный	оценка заключается в установлении класса условий труда и категории доказанности риска	результаты гигиенической оценки, периодич. медосмотров, заболевания с временной утратой трудоспособности	соотнесение влияния вредного фактора с соответств. профзаболеванием	сложность расчета, узконаправленный метод, риск развития профзаболевания, оценка ИПР с согласия работника
II ГОСТ 12.0.010-2009 ССБТ. СУОТ. Определенные опасности и оценка рисков	оценка риска, связанная с ущербом здоровью и жизни работника	нормативный	прямой метод косвенный метод $R_i = \phi(ind(\Delta_i))$	Кчр, Кчч, Кчси, Ктпт, Ипз, Кр, Кт, Ип, Евв, Ефот, Ит	определение возможного ущерба от идентифицированных опасностей	сложность расчета на практике из-за отсутствия стат. данных
III ЗАО «Клинический институт охраны и условий труда» совместно с НИИ медицины труда РАМН, 2011	оценка индивидуального ПР, с учетом условий труда и состояния здоровья	научно-методический	$IIPR = \sum_{i=1}^n P_i \cdot P_i$ $\sum_{i=1}^n V_i \cdot IIOYT + V_2 \cdot 3 + V_3 \cdot B + V_4 \cdot C$ $IIOYT = 100 \cdot [(PB-1) \cdot 6 + P] / 2334$	персонифицированные данные: (Стаж, Возраст, Здоровье, Диспансеризация) Кч, Кт, СОУТ, ТБ	возможность расчета на практике	для организаций, где не проводилась оценка ТБ, необходимо её проведение
IV АНО «Институт безопасности труда» (индекс «ОВР») Москва, 2012	оценка уровня безопасности рабочего места в соответствии с требованиями ОТ	научно-методический	$Индекс\ OBR = COOTB("O" \cdot 3 + "B" \cdot 2 + "P") / VCE("O" \cdot 3 + "B" \cdot 2 + "P") \cdot 100\%$	сведения о РМ, эргономическая оценка, оценка безопасности оборудования	наглядность нарушения; возможность разработки результативных мер	не учитываются персонифицированные данные (персон. дан.)
V Индекс Элмери* Институт профессионального здравоохранения Финляндии, 2011	экспертная оценка рабочего места с выявлением возможных причин травм	научно-методический	$ИЭ = \frac{пункты\ "хорошо" + "плохо"}{"хорошо" + "плохо"} \cdot 100$ <i>ИЭ показывает соотношение выполненных требований (от 0 до 100)</i>	сведения о рабочем месте, оценка безопасности оборудования и эргономики	оценка деятельности работодателя по ОТ, ее планирование	не учитываются персон. дан.
VI Математические модели профессиональных рисков и систем защиты Горяга А. В., Добренко А. М., Сердюк В. С., Цорина О. А., Омск 2014	экспертная количественная оценка экономических потерь, связанных с ПР	экспертный	$\bar{Y} = \sum_{j=1}^n \overline{C_j \cdot W_j} \cdot P_j$ (W) $p = 1 - e^{-P \cdot N}$	неблагоприятное событие исход, вероятность его наступления, опасные и вредные факторы (ОВПФ)	1. количественная оценка 2. прогнозирование экономических потерь	сложность расчета, требуется высокая квалификация, не учитываются персон. данные

Таблица 1 (продолжение). Анализ методических подходов к оценке профессиональных рисков в организациях

Метод	Критерии анализа			Результаты анализа		
	Область применения	Статус	Формулы / Решения	Необходимые данные	Достоинства	Недостатки
VII Оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работающих, Мельцер А. В. Санкт-Петербург, 2008	оценка ПР от воздействия комплекса факторов производственной среды	экспертный	$Risk = 1 - \exp(-P \cdot Эксп)$ $Эксп = C \cdot (V/70) \cdot (Твозд/70) \cdot (Тгод/365) \cdot (Тсмен/24)$ $Risk_{sum} = 1 - (1 - Risk_i) \cdot (1 - Risk_n)$	данные мед осмотров, стаж, хронометраж рабочих смены, измерения концентраций	прогнозирование влияния условий труда на здоровье работника	сложность расчетов на практике
VIII Уфимский НИИ медицины труда Красовский В. О.	количественная гигиеническая модель оценки, анализа, прогноза и управления ПР здоровья работников	экспертный	$Risk = f\{Prob [\ln(Ur) + \ln(Ind) + \ln(Dz)]$ $Prob = \alpha + \beta * \ln(Dz)$	концентрации вредных веществ в динамике по годам	прогноз негативного влияния ОВФ и максимальная точность оценки	ограничено применение, требуются спец. знания, сложность расчета
IX Оценка рисков на рабочем месте* Мерви Муртонен Тампере, Финляндия	оценка анкет для выявления имеющихся на рабочем месте опасностей	экспертный	оценка риска на рабочем месте с помощью обработки анкет, составляемых собственным персоналом	анкетные данные по: эргономики, факторам опасности (физич, хим., биолог. психологическим перегрузкам), риску НС	в ходе оценки проведены мероприятия по каждому разделу анкеты	нет количественной оценки, риски определяются субъективно
X Компетентностный НЦ «ВостНИИ» Е. В. Макарова Кемерово, 2012г	оценка возможного повреждения здоровья работника различной степени тяжести	экспертный	$PR = p1ПРК1 + p2ПРК2 + p3ПРУ + p4ПРМ$	результаты СОУТ, мед. данные о профзаболеваниях	оценка риска с точки зрения компетентности работника и работодателя	погрешность в оценке, недостающие данные для расчета

* — оценка рисков для зарубежных стран приводится для сравнения

на практике можно распределить их по соответствующим уровням. Мы задались пятью такими уровнями, каждый из которых показывает сравнительную методическую их проработанность относительно друг друга.

1 уровень присваивается методическим подходам, которые сложны в расчетах, требуют дополнительной узкой специализированной квалификации специалистов по ОТ и имеют недостаточно исходных данных в организации или справочных данных необходимых для расчетов.

2 уровень соответствует методическим подходам, требующим дополнительных данных (исследований), высокой компетентности специалистов по ОТ и дополнительные знания в различных областях медицины, математики и других наук. Уровень вызовет трудности при расчетах.

3 уровень характеризует подходы, которые возможно рассчитать на практике, но для этого потребуется высокая компетенция и опыт работы специалистов по ОТ.

4 уровень присваивается подходам, использование которых не вызовет больших затруднений в расчетах для специалистов по ОТ с ВПО по ТБ и опытом работы, основанным на экспертной оценке ПР.

5 уровень присвоен подходам, которые просты в расчетах для специалистов по ОТ с ВПО по ТБ, содержащиеся в них формулы достаточно методически проработаны, достаточно исходных и справочных данных для расчета ПР в организации.

Результаты анализа методических подходов представлены на рис. 1.

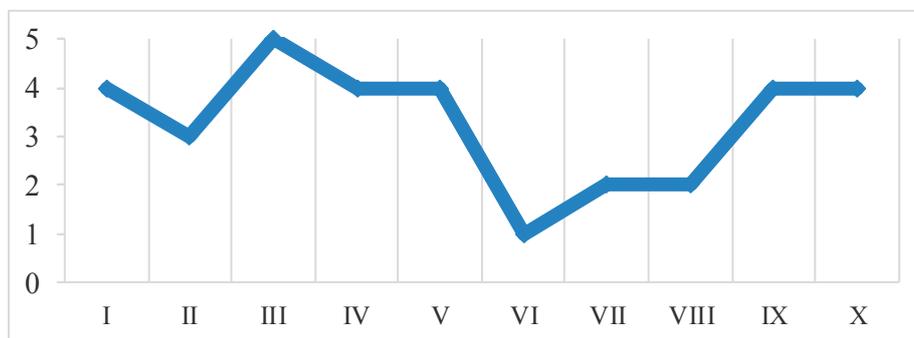


Рис. 1. Методическая проработанность методов оценки ПР для применения ее на практике специалистами по ОТ

Проведенный анализ показал, что на практике для количественной оценки ПР возможно использовать подходы выше 3 уровня. Наиболее методически проработанным методом, по нашему мнению, является метод Клинского института охраны и условий труда совместно с НИИ медицины труда РАМН. Он учитывает результаты специальной оценки условий труда, периодических медицинских осмотров, дает количественную оценку ИПР с учетом персонифицированных данных работников. Этим методом может пользоваться специалист по ОТ, проработав не менее 6 месяцев в различных организациях. Стоит отметить, что любая количественная оценка, в том

числе и оценка ИПР по Клинской методике показывает его изменение в динамике, а значит и есть возможность:

- прогнозировать риски;
- разрабатывать эффективные (оптимальные, первоочередные) мероприятия по снижению уровней рисков;
- прогнозировать экономические потери организаций.

Таким образом, в целях совершенствования СУОТ для количественной оценки ПР сегодня в России, из рассмотренных методических подходов, мы рекомендуем пользоваться Клинским методом или использовать собственный методический подход, разработанный на его основе с учетом специфики организации.

Литература:

1. Исакова А. К., Бакико Е. В. Методологические проблемы оценки профессиональных рисков // Техносферная безопасность: материалы третьей межвуз. науч. — техн. конф. Омск; ОмГТУ, 2016 — С. 146–151
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N197-ФЗ
3. Федеральный закон от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»
4. Левашов, С. П. Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом: монография / С. П. Левашов; под ред. И. И. Манило. — Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2013. — 345 С

К вопросу применения мехатронных систем для управления рабочими органами почвообрабатывающих машин

Булатов Феликс Рустамович, аспирант;
Елизарова Анастасия Владимировна, аспирант;
Мартыненко Александр Сергеевич, аспирант
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

Ключевые слова: почвообрабатывающая машина, мехатронная система, рабочий орган, гибкий трубчатый элемент

Keywords: tillage machines, mechatronic control systems, ground tool, flexible tubular element

Внедрение ресурсосберегающих технологии обуславливает совершенствование машин для обработки почвы. К рабочим органам современных почвообрабатывающих машин предъявляются требования, связанные с необходимостью точного соблюдения агротехнических норм, обеспечения устойчивого движения при проведении технологических операций при минимальных энергетических затратах. Широкое распространение мехатронных систем для управления различными технологическими операциями в аграрном производстве [1] служит основой для создания почвообрабатывающих машин с управляемыми рабочими органами, почвообрабатывающих роботов, способных точно соблюдать и агротехнические нормы и адаптироваться к внешним условиям. Разработка и внедрение таких машин ограничивается отсутствием надежных приводов рабочих органов, позволяющих работать в условиях значительного загрязнения и абразивной среды.

Вместе с тем, предложен ряд конструкций рабочих органов с использованием в качестве силовых узлов гибких трубчатых элементов [2, 3, 4, 5, 6]. Гибкие трубчатые элементы представляют из себя С-образные или S-образные герметичные тубы с некруглой формой поперечного сечения (эллиптической, плоскоооальной). При подаче давления в полость гибкого трубчатого элемента рабочей жидкости происходит деформация сечения, в результате этого её свободный конец совершает перемещение. При подаче пульсирующего давления элемент совершает колебательные движения с определенной амплитудой и частотой, которые зависят от параметров подаваемого давления.

Применение таких элементов открывает возможность управления рабочими органами: изменение их геометрии в процессе выполнения технологической операции, осуществление импульсного воздействия на почву для снижения энергозатрат.

Цель исследования — разработка мехатронной системы управления почвообрабатывающих машиной.

Задачами исследования являются разработка обобщенной структуры почвообрабатывающей машины с мехатронной системой и разработка лабораторно-полевой установки с мехатронной системой управления рабочим органом почвообрабатывающей машины.

На рисунке 1 представлена обобщенная структура почвообрабатывающей машины с мехатронной системой управления.

Интеллектуальные устройства или модули представлены двумя основными компонентами: бортовым компьютером трактора, либо программируемым контроллером и информационно-измерительными устройствами.

Интеллектуальные устройства выполняют следующие основные функции [7]: управление процессом механического движения системы в реальном времени с обработкой сенсорной информации; координацию управления механическим движением мехатронной системы и сопутствующими внешними процессами; взаимодействие с оператором через интерфейс в режимах off-line и непосредственно в процессе работы (on-line); организация обмена данными с периферийными устройствами, сенсорами и другими устройствами системы.

Информационно-измерительные устройства могут быть представлены GPS-датчиком, датчиками силы, давления, расхода топлива и т.д.

В качестве исполнительных модулей предлагается использовать гидропривод и рабочие органы с использованием гибких трубчатых элементов.

Гидравлическая система представляет собой гидропривод с электрическим пропорциональным управлением, позволяющий осуществить дистанционное бесступенчатое регулирование параметров потока рабочей жидкости.

Для решения вопроса повышения качества обработки почвы, снижения тягового сопротивления на криволинейных участках траектории движения агрегата предложена конструкция рабочего органа (рис. 2) с использованием в качестве силового элемента витой трубчатой пружины. Витая трубчатая пружина 2 представляет из себя закрученную герметичную трубку с некруглой формой поперечного сечения. При подаче давления в полость витой трубчатой пружины рабочей жидкости происходит деформация сечения, в результате этого её свободный конец поворачивается вокруг оси на угол φ . При подаче пульсирующего давления элемент совершает колебательные движения с определенной амплитудой и частотой, которые зависят от параметров подаваемого давления.

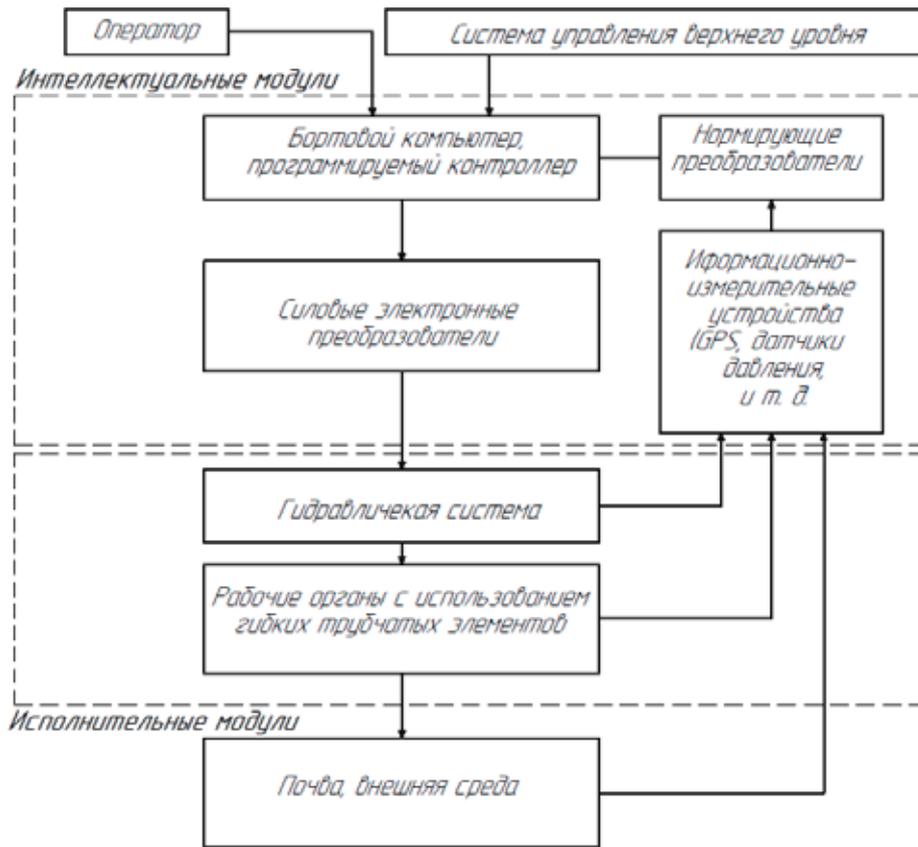


Рис. 1. Обобщенная структура почвообрабатывающей машины с мехатронной системой управления

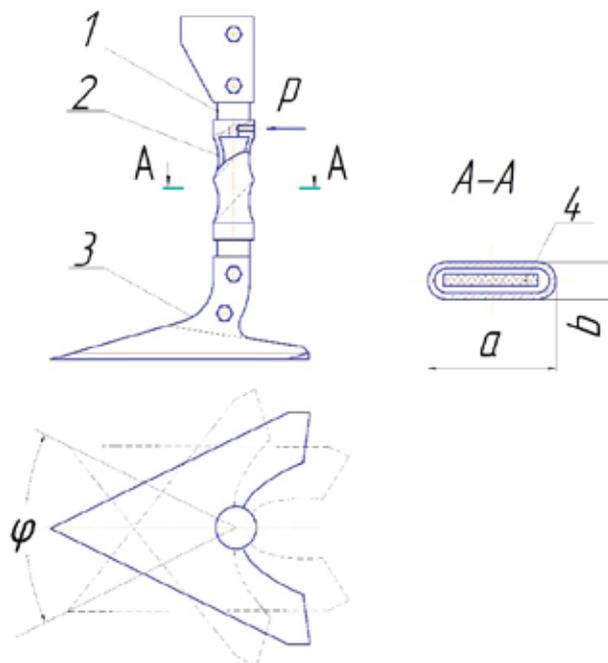


Рис. 2. Рабочий орган культиватора со стойкой в виде витой трубчатой пружины:
 1 — стойка; 2 — витая трубчатая пружина; 3 — рыхлительная лапа; 4 — вкладыш из неупругого материала

Рабочий орган данного типа может быть применен в конструкции почвообрабатывающих машин с фронтальной навеской.

Для оценки возможности применения витой трубчатой пружины для поворота рабочего органа произведен расчет напряженно-деформированного состояния витой труб-

чатой пружины (рис. 3 а). Данная задача решена методом конечных элементов при помощи программного пакета Solidworks. Материал пружины — сталь 50ХФА, предел текучести при 20°С $\sigma_T = 2480$ МПа, модуль Юнга $E = 2,18 \cdot 10^{-5}$ МПа. Геометрические параметры пружины: толщина стенки — 6 мм; шаг витков — 220 мм; большая ось сечения $a=80$ мм; малая ось сечения $b=28$ мм; Количество элементов при построении сетки — 9627 шт. Рассматривается напряжённо-деформированное состо-

яние пружины под действием внутреннего давления от 1 до 6 МПа, при жестком закреплении нижнего конца (рис. 3 б).

На рис. 3 а показан результат расчета суммарных перемещении под действием давления 3 МПа. Из диаграммы статических перемещений установлено, что свободный конец пружины стремится повернуться во круг своей оси — об этом свидетельствует соответствующий цветовой окрас модели.

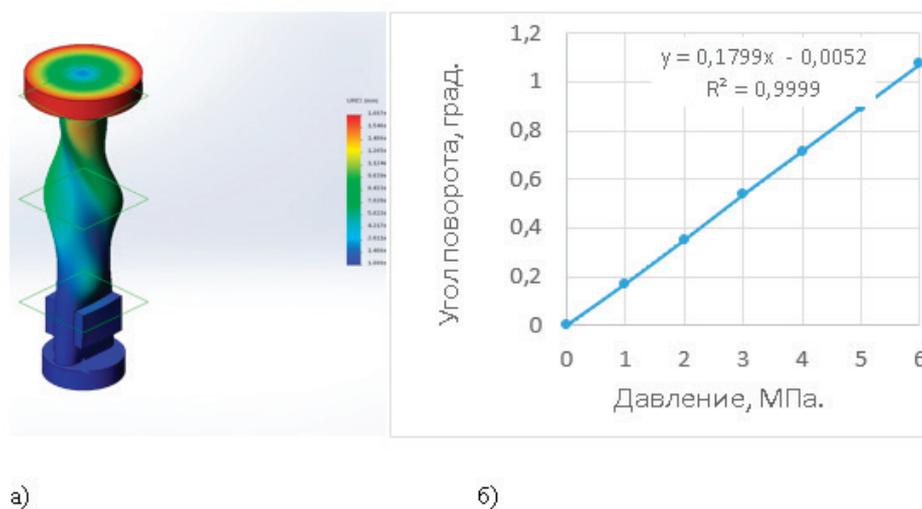


Рис. 3. Витая трубчатая пружина: а) результат расчета суммарных перемещений образца методом конечных элементов при действии внутреннего давления 3 МПа; б) характеристика витой трубчатой пружины

В данном случае верхняя часть изделия стремится совершить перемещение на 0,5 мм что соответствует углу поворота вокруг вертикальной оси 0,17 градуса. На основании расчетов построена характеристика витой трубчатой пружины (рис. 3 б). Из графика видно, что характеристика имеет линейный характер.

В результате анализ напряженного состояния пружины установлено, что максимальные напряжения, воз-

никают на концах большой оси сечения пружины, достигают предела текучести уже при давлении 4 МПа.

Таким образом, применение мехатронных систем управления в сочетании с новыми рабочими органами открывает возможность управления почвообрабатывающей машиной, позволит увеличить скорость выполнения технологической операции на криволинейных участках траектории, снизить нагрузку на рабочие органы, повысить управляемость агрегата.

Литература:

1. AGRITECHNICA Neuheiten 2015 — Wegweiser der Agrarbranche! [Электронный ресурс] AGRITECHNICA //: [сайт]. [2015]. URL: <https://www.agritechnica.com/de/neuheiten/neuheiten-2015/> (дата обращения: 26.11.2016).
2. Устинов Н.Н. Математическая модель активного рабочего органа культиватора со стойкой в виде гибкого трубчатого элемента / Н.Н. Устинов, А.А. Маратканов, Н.И. Смолин // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1; URL: <http://www.science-education.ru/121-17908> (дата обращения: 18.03.2015).
3. Устинов Н.Н. Рабочий орган культиватора/ Сельский механизатор. — 2015. — № 12. — С. 30–31.
4. Рабочий орган культиватора: пат. RU № 2009136304 А, Рос. Федерация № 2009136304/21; заявл. 30.09.2009; опубл. 20.09.2011.
5. Рабочий орган культиватора: пат. RU № 2428825 С2, Рос. Федерация, № 2009136304/21; заявл. 30.09.2009; опубл. 20.09.2011.
6. Рабочий орган культиватора: пат. РФ 116000 U1 Рос. Федерация № 2011117732; заявл. 03.05.2011, опубл. 20.05.2012. Бюл. № 14.
7. Грабченко А. И., Клепиков В. Б., Доброскок В. Л. и др. Введение в мехатронику: уч. пособие. Х.: НТУ «ХПИ», 2014. 264 с.

Определение взаимосвязи сносов реакций опорной поверхности с деформациями эластичного колеса

Голубева Татьяна Алексеевна, аспирант
Волгоградский государственный технический университет

Несмотря на существование различных исследований и работ по изучению качения колеса и его взаимодействия с твердой опорной поверхностью, известно малое число исследований, в которых рассматриваются общие вопросы теории качения деформируемого (эластичного) колеса. При этом в части исследований рассматривается качение колеса с учетом сил, действующих только в его срединной плоскости, другие — только действие боковых сил, третьи исследуют стационарное движение, четвертые нестационарное, применяя к нему результаты, полученные в стационарном случае, не оценивая при этом границы применимости своих исследований.

Таким образом, в изучении качения эластичного колеса отсутствует единая теория, содержатся противоречивые мнения, а также множество экспериментальных работ имеют абсолютно разный характер, что приводит к трудности нахождения основы, на которую они полагаются. [1]

Колесо имеет достаточно долгую историю развития. С началом применения колеса для перемещения каких-либо объектов оно совершенствовалось и прошло путь начиная от жесткого обода со спицами до эластичного колеса. В свою очередь, помимо преимуществ относительно жесткого обода, использование эластичного колеса привело к появлению различных явлений, таких как колебания колес, приводивших к потере управляемости.

Постепенно, ученые все больше исследовали теорию качения колеса, пытаясь определить силы, действующие в зоне контакта колеса с опорной поверхностью, учитывая при этом параметры его движения.

Итак, теория качения стала неотъемлемой частью исследований движения колесного транспорта и стала иметь большее значение при проектировании новых машин. При этом было необходимо описать динамические явления движения, что повлияло на затяжное развитие теории качения колеса.

При решении статических задач по определению нормальных (вертикальных) реакций на горизонтальной поверхности при неподвижной оси колеса известно, что точка приложения вертикальной реакции располагается в центре пятна контакта.

По вопросу стационарного качения имеется большое число публикаций. Особый интерес представляют исследования А. Ю. Ишлинского в связи с наиболее ранней и эффективной реализацией в них модельного подхода. Стоит отметить работы таких авторов как Д. А. Антонова, В. Л. Бидермана, Н. Ф. Бочарова, Ю. А. Ечистова, В. А. Илларионова, Н. К. Куликова, В. И. Новопольского, Ю. В. Пирковского, А. Булла, Ф. Бема, А. Франка,

Р. Эванса, Н. И. Глаголева, В. П. Горячкина, И. И. Калкера, В. И. Кнороза, А. С. Литвинова, О. Н. Мухина, В. А. Петрушова, Е. А. Чудакова, Е. Фиала, Г. Фромма, Р. Хадекеля, Р. Смайли и В. Хорна, Д. Нордин и др.

Исследования качения колеса в ведомом режиме хорошо известны и их результатами является утверждение, что вертикальная реакция в этом случае смещена в сторону движения на величину $a = f \cdot R_k$, где f — коэффициент сопротивления качению; R_k — динамический радиус колеса [2–5]. Причиной возникновения смещения является необходимость преодоления различных потерь энергии как непосредственно в зоне контакта, так и в самом материале колеса, участки которого при качении колеса подвергаются постоянно периодически меняющимся по направлению деформациям. Более поздние исследования показали, что картина смещения точки приложения вертикальной составляющей реакции определяется не только потерями в зоне пятна контакта и в материале колеса, но и упругими связями колеса, из-за чего положение оси колеса оказывается не неизменным в продольном направлении, а зависит от величины продольных сил [6].

Исследователями Зотовым Н. М. и Балакиной Е. В. [7] ранее было предложено разделение общепринятого в настоящее время понятия продольного сноса нормальной реакции опорной поверхности не на две, а на три составляющих. Одна составляющая, как обычно, характеризует гистерезисные потери (радиальные и тангенциальные) на качение колеса; другая составляющая, как обычно, характеризует продольное упругое перемещение оси колеса относительно геометрического центра пятна контакта, а третья, вновь введенная составляющая, характеризует упругие угловые деформации шины, вызывающие несимметричность эпюры нормальных напряжений в зоне пятна контакта. Как выяснилось, эта новая, третья составляющая на прядок превышает две другие.

Что касается точки приложения боковой реакции, то здесь можно заметить, что для неподвижного колеса точка приложения сосредоточенной боковой реакции располагается в центре пятна контакта, так же, как и точка приложения нормальной реакции. При движении колеса, в зависимости от величины и знака момента, действующего на колесо, в зоне контакта начинают возникать участки с продольным проскальзыванием, что снижает трение покоя на этих участках, перемещая тем самым положение боковой реакции, приложенной к середине участка с трением покоя в пятне контакта.

Направление действия продольной реакции совпадает с продольной осью симметрии пятна контакта для непод-

вижного колеса. У катящегося колеса продольная реакция перемещается в боковом направлении на величину, определяемую по известным рекомендациям А. С. Литвинова.

На рисунке 1 представлена предлагаемая авторами классификация взаимосвязей реакций опорной поверхности на эластичное колесо и их сносов.

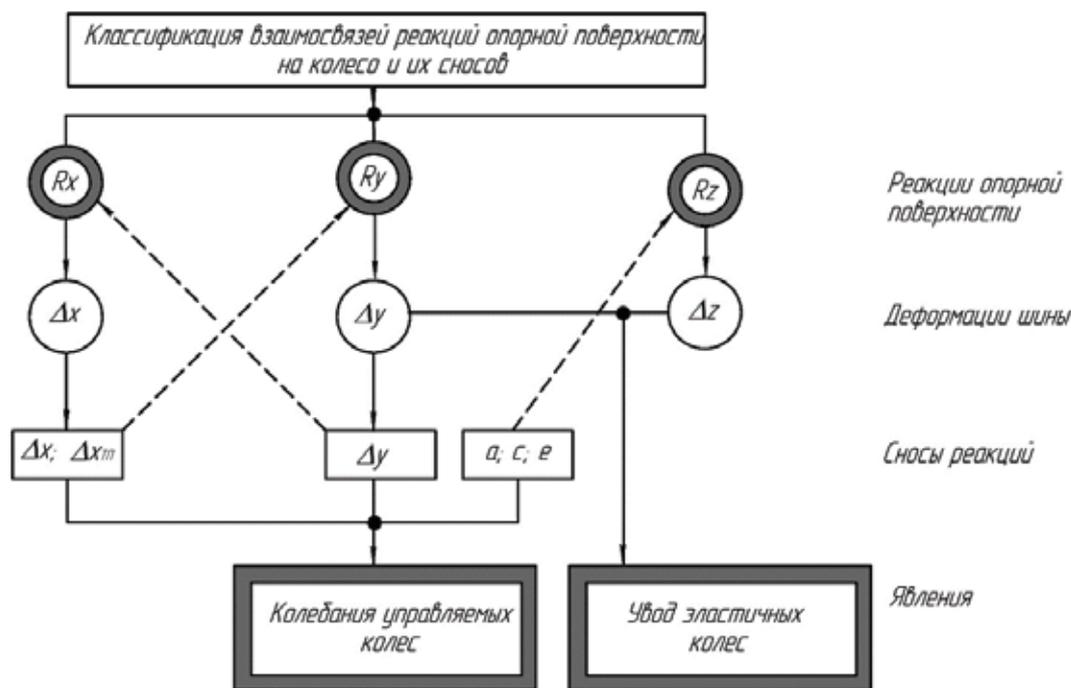


Рис. 1. Классификация взаимосвязей реакций опорной поверхности и их сносов

Три реакции опорной поверхности R_x, R_y, R_z , действующие на эластичное колесо с шиной, вызывают по соответствующим направлениям упругие деформации шины: $\Delta x, \Delta y, \Delta z$.

Продольная деформация шины Δx определяется продольными упругими свойствами шины:

$$\Delta x = \frac{R_x}{C_{\text{шх}}},$$

где R_x — продольная реакция опорной поверхности; $C_{\text{шх}}$ — коэффициент продольной жесткости шины.

Боковая деформация шины Δy определяется боковыми упругими свойствами шины:

$$\Delta y = \frac{R_y}{C_{\text{шы}}},$$

где R_y — боковая реакция опорной поверхности; $C_{\text{шы}}$ — коэффициент боковой жесткости шины.

Нормальная (радиальная) деформация шины Δz определяется радиальными упругими свойствами шины:

$$\Delta z = \frac{R_z}{C_{\text{шз}}},$$

где R_z — нормальная (вертикальная) реакция опорной поверхности; $C_{\text{шз}}$ — коэффициент нормальной (радиальной) жесткости шины.

Эти упругие деформации вызывают некоторые сносы $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ реакций опорной поверхности по соответствующим направлениям.

Продольная упругая деформация Δx является частью продольного сноса для боковой реакции R_y . Другая часть продольного сноса боковой реакции определяется взаимным расположением зон разного трения в пятне контакта. Как показывают исследования напряжений в пятне контакта,

$$\Delta x_m \approx \frac{1}{3} l_{\text{нк}},$$

где $l_{\text{нк}}$ — длина пятна контакта; Δx_m — величина продольного сноса боковой реакции опорной поверхности, обусловленная продольным смещением участка с трением покоя в пятне контакта.

Продольный снос боковой реакции влияет на параметры колебаний управляемых колес вокруг осей поворота, поскольку изменяет плечо силы R_y .

Боковая деформация Δy является боковым сносом для продольной реакции R_x и влияет на параметры колебаний управляемых колес вокруг осей поворота, поскольку изменяет плечо силы R_x (плечо обкатки). Также боковая деформация Δy является боковым сносом для нормальной реакции R_z , но это не влияет на явления в пятне контакта, поэтому на схеме рисунка 1 эта связь не показана.

Радиальная деформация Δz не является ничьим сносом, но она определяет длину пятна контакта и вместе с деформацией Δy определяют параметры явления увода эластичного колеса.

Продольный снос реакции R_x , который, как было сказано, включает три составляющие a, b, c влияет на пара-

метры колебаний управляемых колес вокруг осей поворота, поскольку изменяет плечо силы R_x .

Деформация шины Δy , представляет собой снос Δy реакции R_x , является плечом силы R_x и обеспечивает момент в пятне контакта M_{x2} , влияющий на колебания управляемых колес. С другой стороны, Δy , вместе с радиальной деформацией шины Δz (обеспечивается $I_{ПК}$), определяют увод эластичного колеса автомобиля. Иное дело обстоит с деформацией шины Δx , которая представляет собой соответственно снос боковой реакции P_y . Влияние Δx на траекторию автомобиля непрозрачно и обеспечивается через ряд моментов в пятне контакта, при этом это влияние происходит совместно с влиянием V_a .

При математическом моделировании траектории движения транспортных средств с эластичными колесами по твердой поверхности необходимо определять значения реакций в пятне контакта каждого колеса со стороны дороги и мест их приложения. Потребность определения точек приложения реакций в пятне контакта вызвана необходимостью моделирования движения колеса и различных явлений в пятне контакта, определяющих параметры движения автомобиля. Такое моделирование, в частности, необходимо при анализе устойчивости движения автомобиля, так как определяет явления угловых колебаний управляемых колес и увода.

Литература:

1. Левин М. А., Фуфаев Н. А. Теория качения деформируемого колеса. — М.: Наука. Гл. ред. физ.—мат. лит., 1989. — 272 с.
2. Балакина Е. В. Устойчивость движения колесных машин / Е. В. Балакина, Н. М. Зотов. — Волгоград: РПК «Политехник», 2011. — 464 с.
3. Балакина Е. В. Определение взаимного расположения сил, реакций и зон трения в пятне контакта эластичного колеса с твердой поверхностью / Е. В. Балакина, Н. М. Зотов // Трение и износ. — 2015. — т. 36, № 1. — С. 36–40.
4. Кравец, В. Н. Теория автомобиля. Учебник для вузов / В. Н. Кравец, В. В. Селифонов. — М.: ООО «Гринлайт», 2011. — 884 с.
5. Ларин, В. В. Теория Движения полноприводных колесных машин. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. — 392 с.
6. Петрушов, В. А. Автомобили и автопоезда: Новые технологии исследования сопротивлений качения и воздуха. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2008. — 352 с.
7. Патент № 2539847 Российская Федерация, МПК G01L 5/16, G01M 17/013. Способ определения силовых факторов, действующих на колесо транспортного средства / Балакина Е. В., Зотов Н. М., Зотов В. М., Федин А. П.; заявитель и патентообладатель Волгоградский ГТУ; заявл. 04.07.2013. — № 2013130710/28; опубл. 27.01.15 // Изобретения. Полезные модели. — 2015. — Бюл. № 3.

Основы спутниковой навигации

Гура Дмитрий Андреевич, кандидат технических наук;

Шевченко Г. Г., преподаватель;

Гура Татьяна Андреевна, инженер-исследователь;

Бурдинов Дмитрий Тимофеевич, студент

Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар)

В статье рассказывается об истории создания таких крупных спутниковых системах навигации, как американской «GPS» и российской «ГЛОНАСС». В доступной и простой форме рассказывается о теоретическом принципе работы этих систем. А так же о всех проблемах, возникающих у аппаратов непосредственно на практике. Показан весь цикл производства и сборки этих аппаратов, а так же дальнейший их путь на космодром и вывод на орбиту. Также рассказывается о революции системы ориентации космических аппаратов, начиная от ориентации по звездам, заканчивая ориентацией по пульсарам. Затрагивается плюсы и минусы такой проблемы, как отсутствия альтернативы таким крупным системам как «GPS» и «ГЛОНАСС».

Ключевые слова: спутники навигации, GPS, ГЛОНАСС, производство, принцип работы, космические аппараты

На земной орбите постоянно вращаются искусственные спутники. По очень приблизительным под-

счетам вокруг Земли кружат несколько тысяч спутников, которые делятся на 3 группы:

1. Спутники наблюдения — они снимают землю. И в их функции входит: мониторинг погоды, стихийных явлений, составление подробной карты местности. При

этом, разрешение современных спутниковых снимков может достигать 31 см на один пиксель и этим может похвастаться спутник WorldView (рис. 1). [8,9,15]



Рис. 1. Спутник WorldView

Единственное, что такие спутники приблизительно находятся на высоте 600 км и совершают один оборот вокруг земли примерно за 100 минут и поэтому они не могут вести съемку конкретного объекта.

2. Навигационные спутники — расположены на средней орбите и предназначены для определения местоположения географических координат наземных, водных и воздушных объектов. Спутниковые системы навигации также позволяют получить скорости и направления движения приемника сигнала. Кроме того могут использоваться для получения точного времени. Такие системы

состоят из космического оборудования и наземного сегмента (систем управления). В настоящее время только две спутниковых системы обеспечивают полное и бесперебойное покрытие земного шара — GPS и ГЛОНАСС. (рис. 2)

3. Спутники связи — ретрансляторы. Расположены на геостационарной орбите, которая находится на 36786 км от поверхности Земли и в плоскости экватора. На этой орбите период обращения ровно сутки, поэтому они как бы висят на месте. Основная их функция принимать сигнал со станции, усилить их и переизлучить на землю.



Рис. 2. Спутники навигации

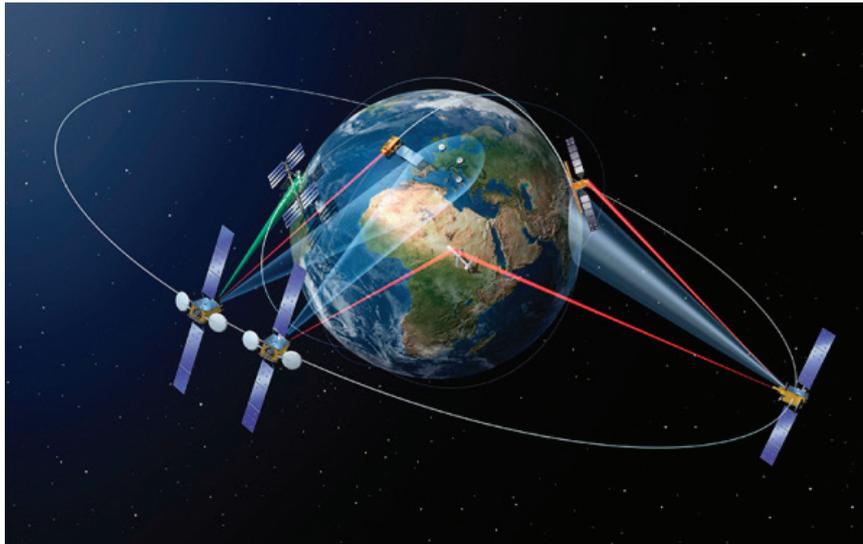


Рис. 3. Зона покрытия спутников

И это излучение охватывает огромную территорию — зона покрытия (рис. 3). [14,7]

0 производстве спутников связи

Производство легкового автомобиля начинается с листа стали, но а спутника с углеродного волокна. Детали из такого волокна служат скелетом спутника, но при этом они чрезвычайно легкие и прочные. Корпус делают из ячеистой фольги (сотовый наполнитель), которая сверху и снизу закрепляется алюминиевой или пластиковой пластиной и после сушки этот корпус становится очень жестким и легким. Все детали спутника должны быть легкими и прочными.

А зачем нужна борьба за снижение веса? Любой спутник состоит как бы из двух больших частей: 1. Модуль служебных систем (двигатели, аккумуляторы, солнечные панели и т.д. То есть, все то, что необходимо для нормального функционирования на орбите). 2. Модуль полезной нагрузки (то зачем спутник находится на орбите — рабочие инструменты). Так вот, чем меньше вес аппарата, тем больше нагрузки он сможет взять.

Затем микросхемы, разные спутниковые аппаратуры соединяют в блоки, монтируют на корпусе. Навигационный спутник как бы обрастает новыми узлами и деталями.

Большинство деталей делают на разных производствах. Но одно дело сделать, а другое соединить вместе и проверить. Проверяют и перепроверяют каждый узел, провод. Спутник должен пройти ряд испытаний. К примеру электрические испытания-проверка электрических связей, параметры сигналов и имитация полета. Но перед это аппарат проходит совсем экзотические испытания на прочность.

Затем спутник пакует в специальные контейнеры. Дальше автоколонной на аэродром и оттуда самолетом на Байконур. Но при этом параллельно прибывает ракетоноситель. Затем в Монтажно-испытательном корпусе РКН

«Протон-М» идет объединение спутника и ракета-носителя. И после этого РН(ракета-носитель) превращается в РКН (ракету космического назначения).

Дальше путь на стартовую площадку. Ракету подвозят к пусковому столу, отстыковывают от железной дороги и вертикализируют. Затем идут 4 дня подготовительных работ. Затем баллистики назначают время старта.

После запуска и после того как отработывают все ступени РКН спутник с помощью своего разгонного блока должен подняться с опорной орбиты на среднюю. После нескольких включений разгонного блока спутник не только поднимается на свою орбиту, но и меняет направление движения. [16]

Какой-то период времени люди запускали спутники, баллистические ракеты, ориентируясь исключительно по звездам. Но минус этого метода таков, что звезды двигаются, причем достаточно заметно.

Но теперь современная международная система отчета спутников осуществляется по квазарам. Квазары открыли в 1960 г., когда начали наблюдать небо в радио диапазоне. Название «квазар» (quasar) — аббревиатура употреблявшегося ранее термина «звездообразный радиисточник» (quasi-stellarradio source). Люди наблюдали в радио диапазоне и обнаружили, что в радио диапазоне есть точечный источник света, что-то такое звездоподобное, но не звезда. Поэтому они квази-звездные объекты. И в 1963 г. Мартен Шмидт смог расшифровать спектр и понять, что это очень далекие объекты, линии, спектры которых смещены сильно из-за расширения вселенной. Так чем хороши квазары? Это очень далекие объекты и поэтому они не как не двигаются. Еще в добавок в радио диапазоне можно точнее определять координаты, нежели а оптическом. Поэтому сейчас кто или что ориентируются по GPS или ГЛОНАСС, они ориентируются по квазарам (рис. 4)

Но более того, есть ощущение, что это не последняя революция. Сейчас все крупные космические агентства



Рис. 4. Квазары

в мире разрабатывают системы ориентации спутников, которые были бы основаны на наблюдении рентгеновских пульсаров. Это не те пульсары, которые в двойных системах, где вещество течет с обычной звезды на нейтронную звезду, образуя иногда аккреционный диск и мы видим рентгеновский пульсации. Это объекты, которые являются радио пульсарами, но они излучают во всех диапазонах, в том числе и рентгеновском. Поэтому у некоторых мы можем наблюдать это рентгеновское излучение. И это хорошо тем, что пульсары — это фантастически точные

часы. На масштабе нескольких лет ход пульсара точнее хода атомных часов. На масштабе 10–20 лет они легко перебивают современные атомные часы. Такой метод ориентировки используют только если спутнику не видно Землю и ему нужно самостоятельно совершать сложные маневры и определять свое место положения. Тогда точность измерения времени приходов импульсов нескольких радио пульсаров помогает ему в этом. В случае, когда спутник находится на орбите земли, этот метод не целесообразен, так как есть телеметрия с землей (рис. 5.) [1]

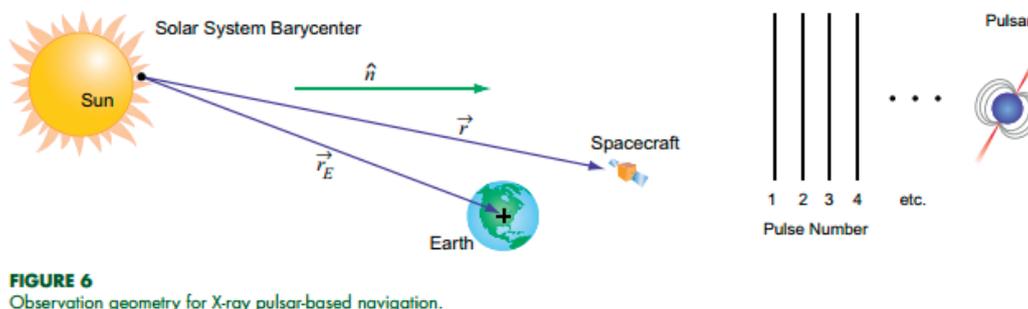


Рис. 5. Баричесентр Солнечной системы

Но какова история создания самих спутников навигации, да и всей навигационной системы? Правительство США в 1973 году начало развертку программу, в последствии получившее название GPS — **Global Positioning System**. Первый спутник GPS был выведен на орбиту в 14 июля 1974 года. И эта передовая разработка была создана исключительно для военных целей. Однако, после того как в СССР сбили гражданский самолет, который случайно проник в из воздушное пространство в 1983 году, президент Ronald Reagan предложил план, чтобы гражданские начали использовать следующие поколение GPS. Около 10 лет и 10 миллиардов долларов США потребовалось чтобы 1995 году получили доступ у упрощенной версии GPS. Точность у нее была гораздо ниже чем у военных, но в 2000 году президент Клинтон

Билл позволил гражданским устройствам определять положение гораздо точнее.

Сегодня ВВС США продолжает поддерживать систему GPS. Было запущено 50 новых спутников в период 2005 по 2015 года.

А Советский Союз начал разработку своей системы еще в 60х годах, тогда проект отечественной спутниковой системы назывался «Циклон». Официально работу по созданию глобально навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС» началась в декабре 1967 года. Первое летное испытание спутников датированы 12 апреля 1982 года, когда на орбиту был выведен спутник «Ураган». Не смотря на развал СССР, работа по созданию ГЛОНАСС продолжались и 24 сентября 1993 года система была официально принята в эксплуатацию мини-

стерством обороны России. Сейчас на околоземной орбите функционируют 28 космических аппаратов, составляющих группировку ГЛОНАСС.

Спутник представляет из себя контейнер диаметром 1.35 метра, в длину с выдвинутой антенной 7.84 метра и массой 1415 кг. Время активного существования такого спутника составляет 3–5 лет.

Но подобные спутниковые системы изготавливаются сейчас в Европе, Индии, Китае и Юго-Западной Азии. Хотя чисто технически достаточно и одной такой системы для обслуживания всех абонентов в любой точке планеты. Так для чего все стремятся создать собственную навигационную систему, если можно обойтись одной. Этому виной политика и опасение, что, например, GPS откажет, или ее просто сделают доступным лишь для авторизованных пользователей, путем кодирования радио сигнала. И тогда у других стран не останется альтернатив, равных по точности и скорости определения координат. Но у этой прямой есть и положительная сторона: объединив системы разных стран, можно будет повысить точность определения координат до нескольких сантиметров. [4,5]

А теперь ответ на вопрос: «как GPS и ГЛОНАСС понимают где мы находимся?». Ведь спутники не принимают от нас никаких сигналов, они словно одинокие маячки бороздят просторы космоса и безропотно передают нам сигналы. Наши телефоны и навигаторы их принимают, но ничего не отправляют обратно в космос, так что обнаружить таким способом невозможно.

В основе спутниковой навигации лежит бесхитрый принцип: Представьте себе что вы находитесь на огромной шахматной доске с завязанными глазами и вам нужно определить свои координаты. Вы знаете, что в двух углах шахматной доски располагаются некие звуковые источники, которые издают сигналы каждую секунду. На вашей руке есть часы, которые также вибрируют каждую секунду и синхронизированы с этими звуковыми сигналами. Но вы знаете, что звук распространяется с вполне определенной скоростью и поэтому приходит к вам с небольшим

отставанием. Соответственно по задержке сигнала вы можете рассчитать расстояние до первого источника и тогда точно будете знать, что находитесь на окружности определенного радиуса вокруг него. Дождавшись сигнала со второго источника вы можете рассчитать расстояние до него и тогда на пересечении двух окружностей и будет ваше место положение.(рис.6.)

Так и работают спутниковые навигационные системы. Только это происходит в трехмерном пространстве, вместо звуковых используют радио волны.(рис.7).

И так как эти волны движутся намного быстрее, для точнейшей синхронизации источников необходимо атомные часы. Спутник что и делает, как отправляет сигналы, содержащие время. Когда сигнал долетает до устройства, он сравнивает время отправки и время получения. Используя нехитрую математику устройство определяет на каком расстоянии от спутника вы находитесь в данный момент. К сожалению система GPS не идеальна и сигнал передается очень медленно, точнее 50 Бит в секунду. [6,10,11,12]

Во столько все очень похоже: это по-прежнему расчет расстояния до спутников с известными координатами и нахождение себя на пересечении теперь уже не окружностей, а сфер (рис. 8).

Но принцип работы, который я описал чисто теоретический, на практике все гораздо сложнее. Например: существует влияние ионосферы и тропосферы, где скорость сигнала замедляется. Естественные и искусственные препятствия для прохождения радиоволн. Сигнал имеет свойство отражаться от поверхности, что приводит к увеличению расстояния, которое он проходит до приемника и соответственно вызывает погрешность в результатах. А так же существуют помехи и наводки на сигнал. В связи со всеми этими погрешностями приходится решать одновременно несколько задач и корректировать сигнал от спутников с помощью наземных станций, в том числе беспроводных технологий WI-FI и GSM. Сейчас во многих приемниках используют чип

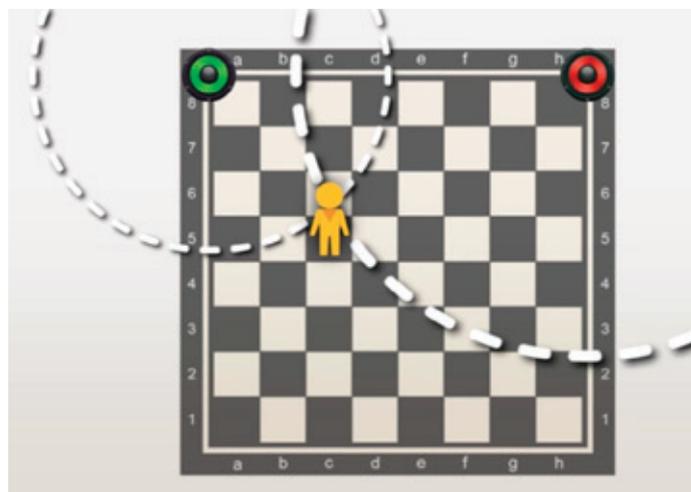


Рис. 6. Иллюстрация работы спутниковой навигации



Рис. 7. Работа спутников навигации в трехмерном пространстве

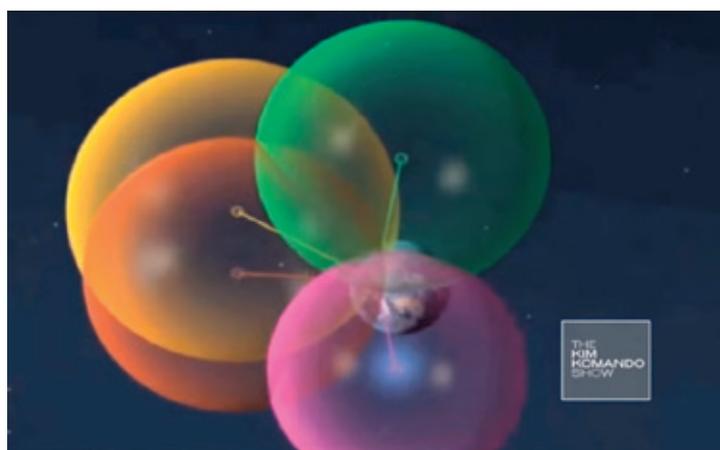


Рис. 8. Нахождение на пересечении 4-х сфер

AGPS, который позволяет загружать в устройство актуальный альманах через сотовую сеть для ускорения и упрощения расчётов. Что повышает точность определения координат. [2,3,13]

Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что технология никогда не стоит на месте и поэтому новые системы обещают сделать геолокацию быстрее, точнее и менее ресурсозатратной.

Литература:

1. Сергей Попов: «Зачем нужна астрономия» <https://www.youtube.com/watch?v=bBrcDqCwG2o&index=7&list=PLi8iQozIdvKhHKkeMJZf6mVY3UIYeJUkF> (дата обращения 23.11.2016г)
2. Следят ли за нами по GPS? <https://www.youtube.com/watch?v=wT5qnYTJWt8> (дата обращения 23.11.2016г)
3. Как работают навигационные системы GPS и ГЛОНАСС https://www.youtube.com/watch?v=o_udfcoflng (дата обращения 23.11.2016г)
4. Как устроена и работает система GPS. <https://www.youtube.com/watch?v=LzQtEX32n4E> (дата обращения 23.11.2016г)
5. «Подробно» о системе ГЛОНАСС и GPS. <https://www.youtube.com/watch?v=EQFRNoe67bQ> (дата обращения 23.11.2016г)
6. Гура Д. А., Шевченко Г. Г., Карслян А. М., Петренко Д. В. Особенности воздушного лазерного сканирования в теории и на практике на примере линейных объектов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 8. С. 109–116.

7. Гура Д. А., Рыжкова А. А., Болобан Т. И., Болгова А. С., Черепанов А. С., Кашаев Б. Р. Основные геодезические работы в строительстве // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2016. № 2. С. 133–137.
8. Рудик Е. А., Гура Д. А. Проведение топографической съемки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров // Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2012. С. 118–120.
9. Желтко Ч. Н., Гура Д. А., Шевченко Г. Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий // Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр / Краснодар, 2010.
10. Брынь М. Я. и др. Инженерная геодезия // учебное пособие / Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Петербургский гос. ун-т путей сообщ. под ред. В. А. Коугия. Санкт-Петербург, 2007.
11. Желтко Ч. Н., Шевченко Г. Г., Бердзенишвили С. Г., Гура Д. А., Олейникова Л. А. Учебная геодезическая практика // Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 — Землеустройство и кадастры, 270800 — Строительство, 130500 — Нефтегазовое дело, 271101 — Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГТУ», ООО «Издательский Дом — Юг». Краснодар, 2014.
12. Корелов с. Н., Гура Д. А., Шевченко Г. Г., Желтко Ч. Н., Желтко С. Ч., Бердзенишвили С. Г., Нелюбов Ю. С. Геодезические работы при ведении кадастра // Методические указания к практическим занятиям для студентов всех форм обучения специальности 120303 Городской кадастр и направления 120700.62 Землеустройство и кадастры / Краснодар, 2011.
13. Бердзенишвили с. Г., Гура Д. А., Желтко Ч. Н., Кравченко Э. В. Картография // ФГБОУ ВПО «КубГТУ», ООО «Издательский Дом — Юг». Краснодар, 2014, 66 с.
14. Гура Д. А., Доценко А. Е. О необходимости выполнения геодезической съемки // Сборник трудов конференции: Актуальные вопросы науки. Материалы IX Международной научно-практической конференции. 2013. С. 204–205.
15. Ключин Е. Б., Гайрабеков И. Г., Ваганов И. А. Спутниковые методы измерений в геодезии // Учебное пособие / Москва, 2013. Том Часть 2
16. Эксперименты. Спутники связи. <https://www.youtube.com/watch?v=eodegiimao&t=1343s> (дата обращения 23.11.2016г)

Анализ организации дорожного движения на кольцевом пересечении улиц Рокоссовского, Землячки и Покрышкина

Джавадов Амиль Абдулла оглы, аспирант;
Комаров Юрий Яковлевич, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

В статье проведен анализ организации дорожного движения, интенсивности и описано кольцевое пересечение улиц Рокоссовского, Землячки, Покрышкина города Волгограда, представлены результаты исследования и сделаны выводы по результатам анализа.

Ключевые слова: *кольцевое пересечение, интенсивность дорожного движения, состав транспортного потока*

Рост автомобильного парка и объёма перевозок приводит к повышению интенсивности движения на улично-дорожной сети (УДС), что в условиях городов с исторически сложившейся застройкой приводит к возникновению сложных транспортных проблем (задержки, заторы, дорожно-транспортные происшествия (ДТП) и т.п.).

Одними из наиболее опасных участков УДС являются пересечения в одном уровне. Наилучшим образом отвечают требованиям движения пересечения в разных

уровнях. Однако их строительство связано с большими капиталовложениями. В связи с этим целесообразно применять кольцевые пересечения, обеспечивающие пропускную способность, по величине близкую к пропускной способности пересечений в разных уровнях. [1]

В данной статье объектом исследования является кольцевое пересечение (КП) улиц Рокоссовского, Землячки, Покрышкина в городе Волгограде. Объект исследования был реконструирован в кольцевое пересечение и введен в эксплуатацию 1 августа 2015 года. Данное

кольцевое пересечение находится на границе Центрального, Дзержинского и Краснооктябрьского районов и играет важную роль в УДС города Волгограда, а именно: связывает центр города с северной частью города, новыми жилыми комплексами, торгово-развлекательным центром, выездом на 3-ю продольную магистраль; через этот участок проходит транзитный транспорт, который следует в область и в южные регионы через Среднеахтубинский мост, а также осуществляется въезд к памятнику-ансамблю «Героям Сталинградской битвы». На данном кольцевом пересечении отсутствует светофорное регулирование, и отсутствуют пешеходные переходы.

На рисунке 1 представлена схема направлений движения на исследуемом кольцевом пересечении, а также указаны номера подходов, на которых выполнялись наблюдения.

Исходя из СНиПа 2.07.01–89 улицы, примыкающие к исследуемому КП можно отнести к [3]:

- ул. Рокоссовского — магистральная улица общегородского значения;
- ул. им. Землячки (от III Продольной магистрали до ул. им. Рокоссовского) — магистральная дорога регулируемого движения;
- ул. им. Покрышкина — магистральная улица районного значения транспортно-пешеходная.

Ниже представлены основные конструктивные параметры проезжей части улиц примыкающих к исследуемому КП:

- тип покрытия: асфальтобетон;
- ул. Рокоссовского: по две полосы в каждом направлении, ширина полосы 3,75 метра, ширина проезжей части 15 метров;

- ул. им. Землячки: по одной полосе в каждом направлении, ширина полосы 4 метра, ширина проезжей части 8 метров;

- ул. им. Покрышкина: в сторону центра две полосы движения, из центра — одна полоса движения, ширина полосы — 3,5 метра, ширина проезжей части 10,5 метров;

- радиус закругления участка между ул. Рокоссовского и ул. Землячки составляет 30 метров;

- высота бордюра составляет 0,2 метра.

Для полного и достоверного анализа выбранного объекта исследования была изучена дислокация дорожных знаков и разметки (рисунок 2), а также такие показатели дорожного движения как: интенсивность движения, состав транспортного потока и продолжительность задержек движения.

Как видно из рисунка 2 для регулирования дорожного движения на пересечении применяются дорожные знаки и разметка. Дорожные знаки отвечают всем условиям прописанным в ГОСТ Р 50597–93, т.е. поверхность знаков чистая, без повреждений, затрудняющих их восприятие. Дорожные знаки изготовлены в соответствии с ГОСТ Р 52290–2004 и размещены по ГОСТ Р 52289–2004. Касательно состояния разметки, на пересечении она находится в целом в хорошем состоянии (износ дорожной разметки составляет менее 50%). Доля действующих светильников, работающих в вечернем и ночном режимах, составляет 100%. Опоры средств наружного освещения не имеют повреждений. Особых нареканий к пересечению с точки зрения эксплуатационного состояния нет [5,6,7].

Пожалуй, наиболее важным этапом анализа является выявление интенсивности транспортного потока на исследуемом кольцевом пересечении. Интенсивность

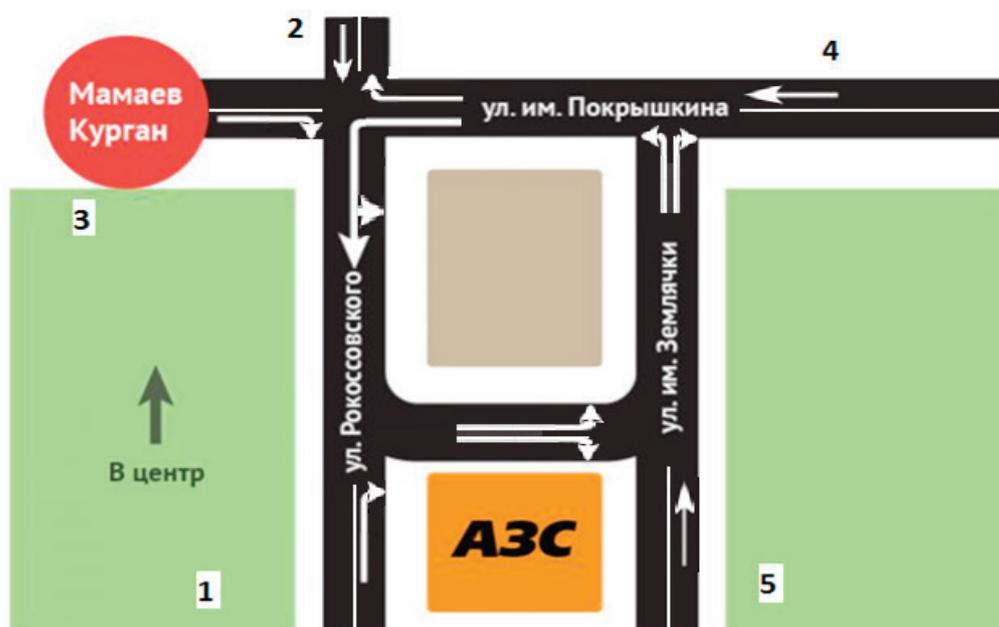
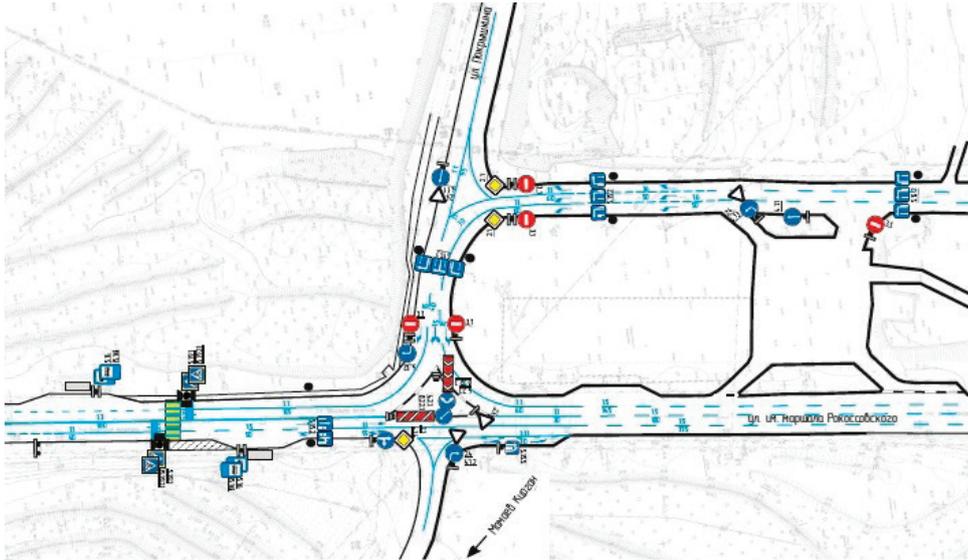
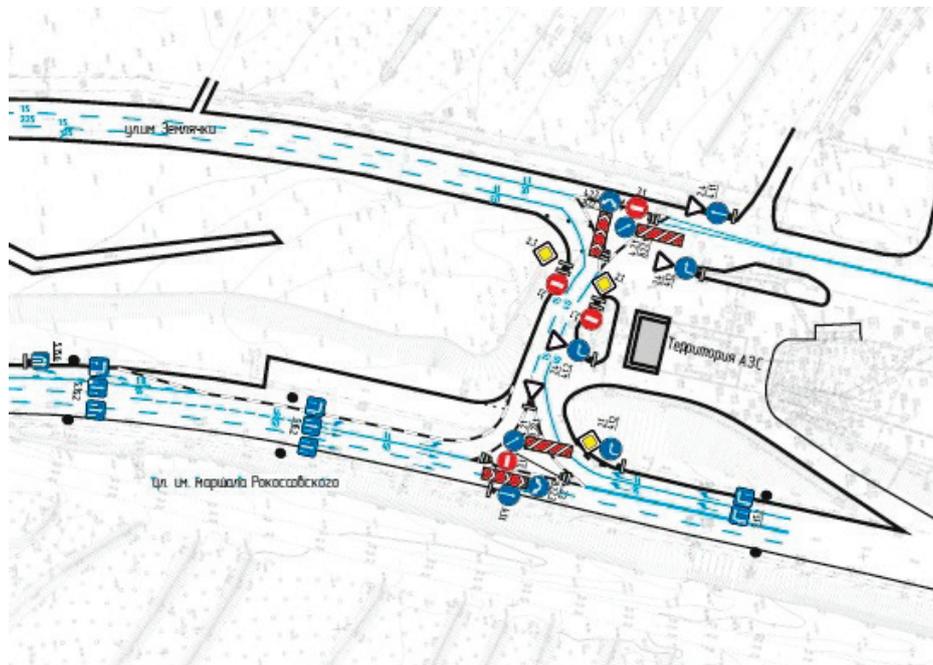


Рис. 1. Схема движения по кольцевому пересечению улиц Рокоссовского, Землячки, Покрышкина с нумерацией подходов [2]



а) северная часть кольцевого пересечения



б) южная часть кольцевого пересечения

Рис. 2. Дислокация дорожных знаков на исследуемом кольцевом пересечении [4]

движения N_a — это количество транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени в зависимости от поставленной задачи наблюдения.

На исследуемом кольцевом пересечении интенсивность дорожного движения была выявлена в ходе натурального исследования, проводимого в будний день, в вечерний час-пик (18⁰⁰-19⁰⁰). При этом были выявлены доли легковых, грузовых автомобилей, микроавтобусов, автобусов и автопоездов.

Результаты исследования интенсивности приведены в таблице 1, состав транспортного потока приведен в таблице 2.

Приведенная интенсивность движения транспортных средств была определена по формуле:

$$N_{пр} = N_{л} K_{л} + N_{ма} K_{ма} + N_{гр} K_{гр} + N_{ап} K_{ап},$$

где $N_{л, ма, гр, ап}$ — интенсивность движения соответственно легковых автомобилей, микроавтобусов, грузовых, автобусов и автопоездов в данном направлении за час в физических единицах, авт./час;

$K_{л, ма, гр, ап}$ — коэффициенты приведения соответственно легковых автомобилей, микроавтобусов, грузовых автомо-

Таблица 1. Результаты исследования интенсивности движения на исследуемом кольцевом пересечении

Направление,	Легковые, авт./час	Микроавтобусы, авт./час	Грузовые, авт./час	Автобусы, автопоезда, авт./час	Суммар. интенсив. авт./час	Приведен. интенсив. ед./час
1–2	684	54	18	8	764	833
1–4	272	20	10	0	302	322
1–5	332	36	18	0	386	422
2–1	1258	82	18	10	1368	1457
2–3	36	0	0	0	36	36
2–4	34	6	0	0	40	43
2–5	380	32	20	0	432	468
3–1	24	0	0	0	24	24
3–2	26	0	0	0	26	26
3–4	10	0	0	0	10	10
3–5	14	0	0	0	14	14
4–1	410	20	4	0	434	448
4–2	100	4	0	0	104	106
4–5	20	0	0	6	26	44
5–1	644	58	22	0	724	775
5–2	364	32	12	0	408	436
5–4	192	6	8	8	214	249

Таблица 2. Состав транспортного потока

Подход	Легковые, %	Микроавтобусы, %	Грузовые, %	Автобусы, автопоезда, %
1-й подход	88,7	7,6	3,2	0,5
2-й подход	91,1	6,4	2,0	0,5
3-й подход	100,0	0,0	0,0	0,0
4-й подход	94,0	4,3	0,7	1
5-й подход	89,2	7,1	3,1	0,6

билей, автобусов и автопоездов к легковым автомобилям. Принимаются равными соответственно 1; 1,5; 2; 4 [8].

Таким образом, по данным таблиц 1 и 2 можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшая интенсивность движение транспортных потоков осуществляется по улицам Рокоссовского и Землячки. Это обусловлена в первую очередь тем, что:

- улица Рокоссовского соединяет центр города с северной частью города;

- ул. им. Землячки связывает центр города с выездом на 3-ю продольную магистраль.

2. Через 3-й подход осуществляется наименьшая интенсивность движение транспортных потоков. Это обусловлено в первую очередь тем, что интенсивность дорожного движения оценивалась в ходе натурального исследования, проводимого в будний день. А так как через 3-й подход осуществляется въезд к памятнику-ансамблю «Героям Сталинградской битвы», то наибольшая интен-

сивность движения транспортных потоков через данный подход осуществляется в выходные дни.

3. В транспортном потоке преобладают легковые автомобили.

Задержки автомобилей на перекрестках можно исследовать различными методами. Наиболее точные результаты могут быть получены при регистрации реальной продолжительности остановки непосредственно каждого остановившегося транспортного средства. Поэтому, проведя исследования задержек по этому методу, приведены следующие результаты:

- в среднем задержка одного транспортного средства на подходах равна 4–5 минутам;

- в среднем на подходах скапливается по 40–50 единиц автотранспорта.

В дальнейшем с помощью полученных данных результатов исследования КП планируется сравнить существующее кольцевое пресечение с той развязкой, которая была до реконструкции.

Литература:

1. Джавадов А. А., Комаров Ю. Я., Грошев И. Ю. Основные этапы развития кольцевых пересечений // Молодой ученый. — 2015. — № 23. — С. 131–133.

2. Новая схема движения на Мамаевом кургане в Волгограде начнет действовать с 1 августа [Электронный ресурс] // Южный Федеральный — Режим доступа: <http://u-f.ru/News/u350/2015/07/23/720158> (дата обращения: 3.12.2016)
3. СНиП 2.07.01—89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
4. Мамаев курган «закольцуют» через заправку [Электронный ресурс] // АВТО V1.RU — Режим доступа: <http://auto.v1.ru/text/today/56567647162368.html?full=3> (дата обращения: 3.12.2016)
5. ГОСТ Р 50597—93 — Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условию обеспечения безопасности дорожного движения.
6. ГОСТ Р 52290—2004. Технические средства организации движения. Знаки дорожные. Общие технические требования
7. ГОСТ Р 52289—2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.
8. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Технические средства организации дорожного движения» / сост.: Е. П. Ершов; Волгоград. гос. техн. ун-т. — Волгоград, 2009. — 18 с.

Дорожная карта как элемент повышения качества услуг в общественном питании

Долматова Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Миллер Дмитрий Эдуардович, студент;

Ходакова Екатерина Евгеньевна, студент

Магнитогорский государственный технический университет имени Г. И. Носова

В последние годы в российской экономике происходят кризисные процессы, которые затронули все сферы предпринимательства, включая и ресторанный бизнес. Для того чтобы бизнес оставался «на плаву» и продолжал успешно функционировать необходимо внедрение инноваций. Инновации в сфере общественного питания включают внедрение современных технологий приготовления блюд и форм обслуживания, новых способов обработки продукции, применение автоматизированного оборудования, которые дают возможность сократить время производства продукции общественного питания и повысить эффективность работы предприятий ресторанного бизнеса. [1,2,3]

Одним из условий успешного развития предприятий общественного питания является прогнозирование его деятельности. В связи с чем, многие ученые и экономисты взяли на вооружение такие термины, как *technology foresight* (технологический Форсайт), *business—planning* (бизнес—планирование) и *technology roadmapping* (построение технологических дорожных карт).

В России технологический форсайт является инновацией. Слово «форсайт» произошло от английского «*foresight*» и означает «взгляд в будущее». Инновационное значение форсайта заключается в том, что оно направлено на создание будущего и применяется для формирования приоритетов. Однако, форсайт — это не угадывание будущего. Он исходит из возможных вариантов будущего, которые могут иметь место при соблюдении определенных условий. Одним из направлений форсайта является фор-

мирование экспертной организации, референтной политике страны. [4]

Форсайт—технологии на сегодняшний день являются одним из эффективных, инновационных методов общественного проектирования будущего. Продуктом деятельности форсайта являются «дорожные карты». «Дорожные карты» представляют собой что—то вроде «навигатора по будущему»: позволяют участникам понимать и видеть, что могут делать другие участники и к каким последствиям это приведет. Активная разработка и принятие дорожных карт начались в 2012 г. По состоянию на июль 2013 г. Правительством РФ было в качестве самостоятельных документов принято 18 дорожных карт. [6]

Во многих субъектах РФ приняты региональные дорожные карты, например, в Челябинской области были приняты следующие:

– план мероприятий («дорожная карта») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности архивного дела в Челябинской области» (Распоряжение Правительства Челябинской области от 17 декабря 2014 г. N832—рп «О внесении изменений в распоряжение Правительства Челябинской области от 19.04.2013 г. N84—рп»);

– план мероприятий («дорожная карта») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности сферы культуры Челябинской области» (Распоряжение Правительства Челябинской области от 19.04.2013 № 84—рп);

– план мероприятий («дорожная карта») «Повышение эффективности и качества услуг в сфере соци-

ального обслуживания населения Челябинской области (2013–2018 годы)» (Постановление Правительства Челябинской области от 26 февраля 2013 г. №67–П) и др.

Все разработанные и принятые в Челябинской области «дорожные карты» направлены на повышение эффективности и качества предоставления населению услуг в различных сферах деятельности.

Дорожная карта представляет собой наглядное представление пошагового сценария достижения стратегических целей предприятия, сценарий выведения на эффективность или поддержание стабильного состояния производственного процесса, которой придерживаются рабочие группы, выполняя практические задания по внедрению «хосин канри» (метод стратегического планирования и инструмент управления комплексными проектами, система управления качеством, позволяющая учитывать требования и пожелания заказчика).

Целью при разработке дорожной карты выступает путь развития объекта с учетом всевозможных вариантов для достижения желаемого результата. В качестве объекта при составлении «дорожной карты» в общественном питании могут выступать технологический процесс, услуги, межличностные отношения и т.д.

Разработка дорожной карты является обоснованной необходимостью при существенных изменениях в сфере деятельности компании; потери доли в связи с бурным ростом конкуренции в отрасли; конкурентного развития рынка.

Существует несколько типов дорожных карт, имеющие некоторые общие элементы, но с различными целями и задачами:

- дорожная карта в промышленности — направлена на разработку стратегий предприятий с учетом запросов, поставленных рынком;
- научная и технологическая дорожная карта — позволяет определить выбор той или иной технологии для оптимизации производственного процесса;
- продуктовая дорожная карта позволяет найти оптимальный путь развития продукта (услуги). Минимизирует риски, возникающие при осуществлении этого процесса.

Бизнес–план предприятия может выступать частным случаем дорожной карты такого вида.

– программные дорожные карты — используются, как правило, государственными структурами для разработки стратегий, адаптированных для быстро меняющейся политической и экономической ситуации.

При этом, деление дорожных карт на типы условно, так как реализация проекта затрагивает многие сферы человеческой деятельности, а цель картирования сводится к получению максимального экономического эффекта с использованием наименее затратных способов достижения этого результата. [5]

Дорожное картирование является сложным и затратным мероприятием, которое обеспечивает управление и улучшение каждого процесса производственной структуры благодаря применению цикла Деминга, или PDCA (Plan–Do–Check–Act, т.е. «Планируй–Делай–Проверяй–Корректируй/Действуй»). Цикл Деминга представляет логическую последовательность четырех шагов, направленных на постоянное улучшение и обучение: планирования, выполнения, проверки и действий. В научном мире Деминг знаменит тем, что формализовал процедуру постоянного совершенствования качества работы:

Plan — на стадии планирования определяется проблема и составляется план мероприятий по её устранению;

Do — затем разработанные решения внедряются в реальную работу, для достижения поставленной цели;

Check — результаты измеряются и сравниваются с требуемыми. Здесь применимы инструменты «Бережливого производства» для контроля проведенных действий, управленческие решения для проверки эффективности выбранных решений;

Act — формируются регламентирующие документы, новые правила, вносятся корректировки.

Часто цикл PDCA изображают в виде человека, который толкает колесо непрерывного развития вверх по наклонной поверхности. Колесо символизирует непрерывную природу усовершенствования. Этот символ очень популярен в Японии, как и сама методика (рис. 1).

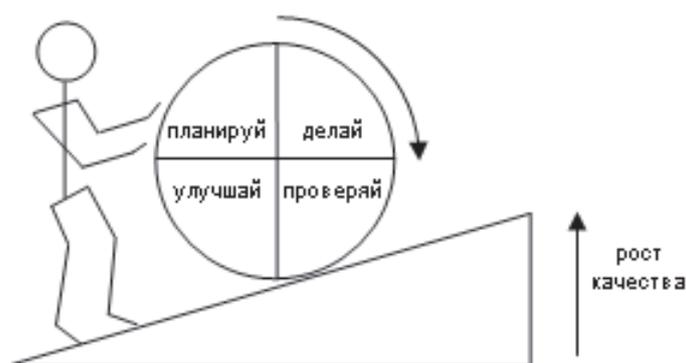


Рис. 1. Цикл PDCA

Таким образом, применение цикла PDCA в разных сферах деятельности позволяет повышать качество, руководителям управлять и определять процессы и результаты деятельности организации, интегрировать обособленные действия структурных подразделений и устремлять их усилия к единому результату. Применение цикла PDCA при дорожном картировании позволяет проводить анализ возможных последствий сбоев на том или ином этапе выполнения работ, помогает вовремя найти и исправить ошибку, значительно упростить проведение аудита.

Комплексной программой научно-технологического развития и технологической модернизации экономики Российской Федерации выделяются три основных этапа дорожного технологического картирования.

Первый этап «Подготовка исследования» включает выявление проблемы и определение необходимости проведения исследования — дорожного технологического картирования. На данном этапе происходит формирование единого руководства исследованием; постановка целей исследования и оценка времени, необходимого для его проведения и определение необходимых объемов финансирования.

Этап второй «Разработка технологической дорожной карты» включает определение человеческих потребностей и продуктов (возможно рассмотрение одновременно нескольких технологий и компонентов в зависимости от сложности продукта), ключевых качеств, характеристик, которыми должны обладать продукты и технологии; проверку соответствия технологических характеристик продукта; технологических альтернатив и временных сроков

их развития; выработку рекомендаций по перспективным технологическим альтернативам и подготовку итогового отчета по формированию технологической дорожной карты и графическое представление результатов исследования — отражение на графе узлов, структуры их взаимосвязей и характеристик путей между узлами, включая, возможное запаздывание, затраты, неопределенности, риски и т.п.

Третий этап «Реализация технологической дорожной карты» заключается в проведении экспертизы и утверждения технологической дорожной карты. Для того чтобы дорожная карта действительно была объективной и реализуемой, необходима ее оценка широким кругом экспертов, в связи с чем отчет по дорожной карте должен быть распространен среди представителей указанных аудиторий, которые могут оценить документ и предложить определенные коррективы.

План реализации технологической дорожной карты должен включать в себя рекомендации по инвестиционным решениям, указывать необходимые средства и временные рамки их реализации. Для осуществления успешной реализации технологической дорожной карты необходимо осуществлять контроль и оценку промежуточных результатов проведенных мероприятий.

Таким образом, «дорожная карта» является инструментом прогнозирования результатов деятельности предприятия в целом и сотрудников — это выведение на эффективность нерезультативных процессов и оценка возможной экономической эффективности от внедрения этой разработки.

Литература:

1. Долматова И. А., Миллер Д. Э., Лаптева М. Д., Быстрова А. А. Актуальность организации «бережливого производства» на предприятиях общественного питания. — Молодой ученый, 2015. № 23. С. 137–139.
2. Зайцева Т. Н., Быстрова А. А. Состояние рынка услуг общественного питания, предоставляемых в муниципальных учреждениях г. Магнитогорска /Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: мат. 74-й междуна. науч. — техн. конф. — Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2016. Т. 1. С. 238–241.
3. Зайцева Т. Н., Миллер Д. Э., Ходакова Е. Е. Влияние показателей качества и цены на конкурентоспособность продукции общественного питания /Современные научные исследования в развитии общественного питания и пищевой промышленности [Текст]: мат. Междуна. науч. — прак. конф. — Белгород: БУКЭП, 2016.
4. <http://fb.ru/article/147529/forsayt-eto-noviyu-metod-postroeniya-buduschego-osobennosti-forsayta>
5. <https://gantbpm.ru> «Дорожная карта» как инструмент технологии Форсайт» Дорожные карты — разработка и внедрение
6. <https://www.hse.ru/pubs/share/direct/document/104609254> Е. К. Глушко Дорожные карты.

Исследование процессов формирования и свойств двухкомпонентных криовакуумных конденсатов $\text{CH}_4\text{-H}_2\text{O}$

Дробышев Андрей Степанович, профессор;

Алдияров Абдурахман Уалиевич, кандидат физико-математических наук;

Тимченко Александра Евгеньевна, магистр;

Бауржан Акерке Бауржанкызы, магистрант;

Нурмуқан Асель Ержумаевна, магистрант;

Дуйсебаев Толагай Сабыржанулы, магистрант

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (г. Алматы)

В настоящее время природные газовые гидраты привлекают особое внимание как возможный источник ископаемого топлива. По различным оценкам, запасы углеводородов в гидратах составляют от $1,8 \cdot 10^{14}$ до $7,6 \cdot 10^{18}$ м³. Это значительно превосходит разведанные запасы природного газа. Выясняется их широкое распространение в океанах и в зонах вечной мерзлоты. При этом их особенностью является нестабильность при повышении температуры и понижении давления, что может при соответствующих условиях привести к спонтанному выбросу метана со дна океана [1].

В основе методики исследований образующихся пленок лежит получение колебательных спектров двухкомпонентных смесей (вода и метан), образованных в различных условиях, на предмет обнаружения особенностей, которые можно интерпретировать как наличие связанных состояний метана в твердом растворе с водой. При этом метод соконденсации из газовой смеси на охлажденную подложку предоставляет возможности изменять в широких пределах условия эксперимента, а также изучать термостимулированные процессы в изучаемых объектах.

Изучение процесса образования гидратов метана относится к современному направлению науки — физике низкокоординированных криоконденсированных сред.

При использовании метода криоматричной изоляции для получения наноразмерных пленок в технологическом процессе проведения важно иметь данные о скорости роста криоконденсата, коэффициенте преломления и отражательных характеристиках системы криоматрица-подложка в широком интервале частот от 4200 см^{-1} до 400 см^{-1} . Кроме того, нужно обеспечить возможность совместной конденсации на подложку матрицы и атомов исследуемого вещества.

Установка

Измерения проводились на установке, схема которой приведена на рисунке 1. Основным узлом установки является цилиндрическая вакуумная камера (1) диаметром и высотой 450 мм, изготовленная из нержавеющей стали марки 1X18H10T. Откачка вакуумной камеры осуществлялась турбомолекулярным насосом Turbo-V-301 (2), соединенным с камерой через шибберный вакуумный затвор CFF-100 (3). В качестве форвакуумного насоса ис-

пользовался сухой спиральный насос SH-110 (на рисунке не показан). Предельный вакуум в камере достигал значения не хуже $P=1,33 \cdot 10^{-6}$ Па. Измерения давления в камере осуществлялось широкодиапазонным датчиком давления FRG-700 (4) с контроллером AGC-100.

В центре камеры располагается микрокриогенная система Гиффорда-Мак-Магона (5), на верхнем фланце которой монтируется зеркальная подложка (6), служащая поверхностью конденсации смеси азота и этанола. Подложка изготовлена из меди, рабочая поверхность которой покрыта серебром. Диаметр подложки $d=60$ мм. Минимальная температура конденсации $T=12\text{K}$. Изменение температуры осуществлялось кремниевым датчиком ДТ 670—1.4 с использованием контроллера температуры М335/20с. Измерение толщины и скорости конденсации осуществляется двухлучевым лазерным интерферометром на базе фотоэлектронных умножителей Р25а-SS-0—100 (7). ИК-спектры поглощения измерялись в интервале частот 400 см^{-1} — 4200 см^{-1} .

Основные рабочие параметры экспериментальной установки и соответствующее оборудование следующие:

- размеры вакуумной камеры — цилиндр диаметром и высотой 450 мм (нержавеющая сталь);
- диаметр верхнего фланца МКМ — 60 мм, диаметр рабочей поверхности 40 мм (медная посеребренная подложка);
- предельный вакуум в камере — $6 \cdot 10^{-5}$ Па (цеолитовые и магниторазрядные насосы, конденсационный насос);
- минимальная температура подложки — 12 К (рефрижератор Мак-Магона). Температура подложки изменяется термопарой (Au + 0.07% Fe) — Cu с точностью измерения не ниже 0.5 град в диапазоне низких температур;
- диапазон частот ИК-спектрометра — 400 см^{-1} — 4200 см^{-1} (ИКС-29);
- толщина пленки — 30 мкм (двухлучевой лазерный интерферометр);

С целью определения условий присутствия метана в образце, получаемом при конденсации воды и метана, и обнаружения зависимости объема метана в образце при отогреве был проведен ряд следующих экспериментов. Проводились спектрометрические исследования пленки, полученной при криоосаждении следующих веществ:

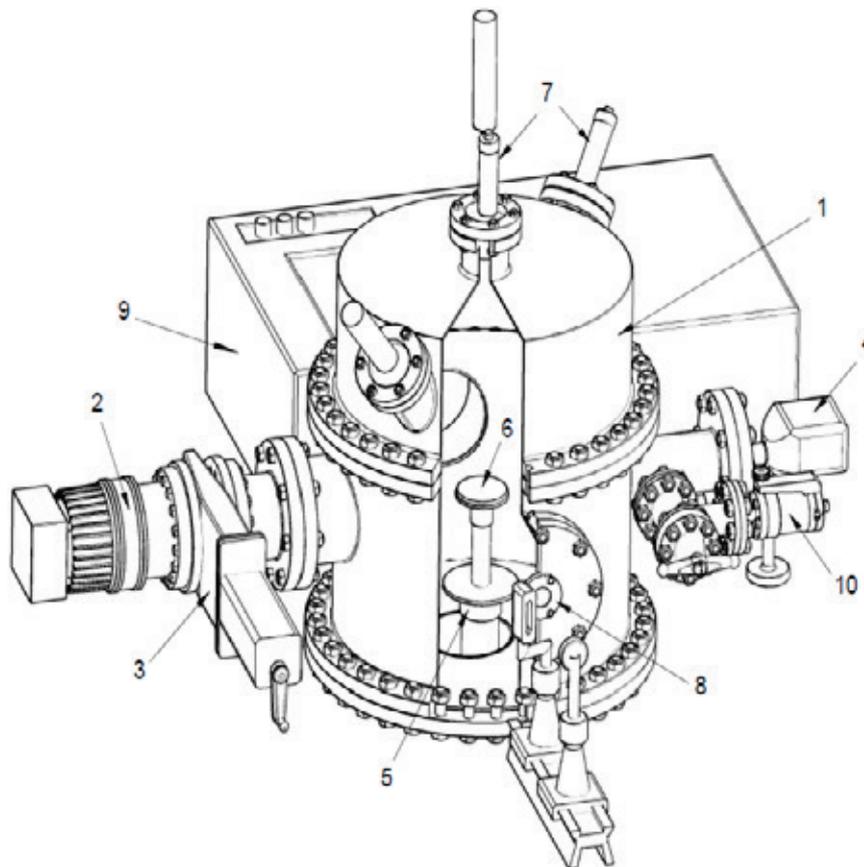


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — вакуумная камера; 2 — вакуумный насос Turbo-V-301; 3 — шиберный вакуумный затвор CFF-100; 4 — датчик давления FRG-700; 5 — рефрижератор Гиффорда-Мак-Магона; 6 — подложка; 7 — лазерный интерферометр; 8 — оптический канал ИК-спектрометра; 9 — ИК-спектрометр; 10 — система натекания

1) Предварительно подготовленной смеси метана и воды в соотношении концентраций 20% и 80% соответственно;

2) Последовательно осажденного слоя метана, поверх которого осаждалась водяная пленка (так называемая sandwich-структура);

3) Последовательно осажденного слоя конденсированной воды, поверх которой осаждался метан.

Исследования проводились в интервалах температур, аналогичных исследованию смеси метана и воды.

Для начала был исследован образец, полученный в результате совместной конденсации смеси газообразной фазы метана и воды на предварительно охлажденную подложку. Осаждение проводилось при температуре подложки $T=16$ К. Толщина полученной пленки была 1,25 мкм. Давление в камере составляло $1,3 \cdot 10^{-5}$ Торр.

Результаты измерения показаны на рисунке 2.

Экспериментальные результаты

Проведенные нами исследования показали, что в процессе соконденсации метана и воды на подложку при температуре $T=16$ К образуется двухкомпонентная твердая пленка. Измерения колебательных спектров образцов

обнаружили незначительное «синее» смещение относительно спектров чистого твердого метана, составляющее для деформационного колебания величину около 14 см^{-1} и для валентных СН-колебаний равное приблизительно 5 см^{-1} [2–4]. Это практически совпадает с данными для матриц азота и аргона, из чего можно сделать вывод, что состояние молекулы метана, ее колебательный спектр слабо зависят от состава рассмотренных в работе смесей.

Относительно состояния молекул метана в «матрице» воды, то на данном этапе исследований можно сделать ряд предположений, основанных на сравнении термодесорбционных кривых и термограмм изменения амплитуд поглощения характеристических частот колебаний метана. На наш взгляд, естественно предположить, что при данных условиях криоосаждения метан в твердом растворе с водой может находиться в трех состояниях. Во-первых, это собственно конденсированное состояние, т.е. твердая фаза метана. Во-вторых, метан может находиться в адсорбированном состоянии, когда роль адсорбента играет аморфная твердая вода (ASW). Именно это состояние характерно для водяных криовакуумных конденсатов, образованных при $T=16$ К [5–9]. В-третьих, метан может находиться в связанном с молекулами воды состоянии, образуя клатраты. Это, собственно, и явля-

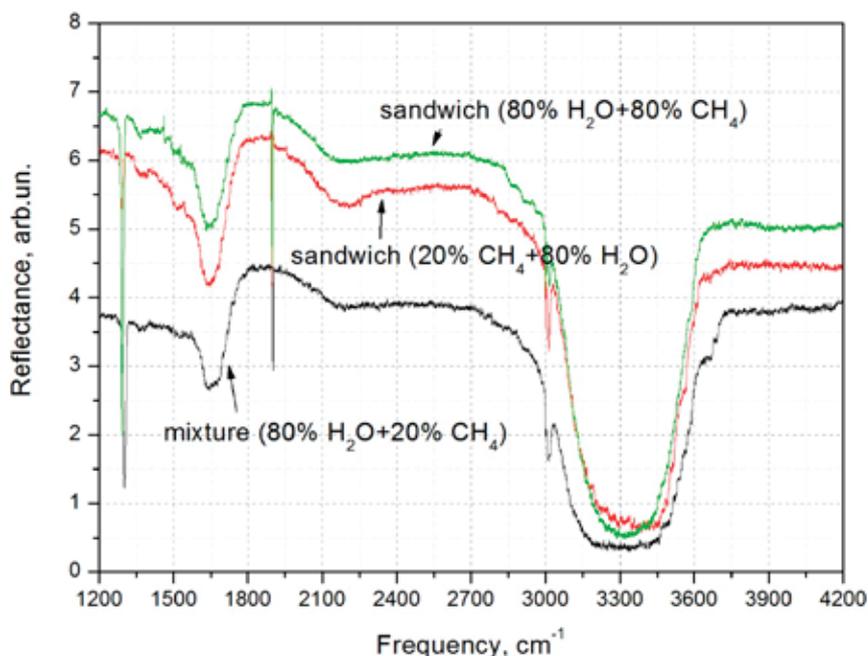


Рис. 2. Колебательные спектры образцов смеси (80% H₂O+20% CH₄), слоистого образца (80% CH₄ + 20% H₂O), слоистого образца (80% H₂O + 20% CH₄) при T=16 К

ется предметом нашего исследования. В настоящей работе мы делаем попытку определить температурные интервалы существования этих состояний, основываясь на свойствах аморфной твердой воды ASW и сравнении полученных нами термограмм десорбции и амплитуд поглощения деформационных колебаний метана. На основе полученных данных, для более детального анализа можно выделить четыре основных температурных интервала.

1. Интервал температур от 30 К до 58 К. На наш взгляд, причиной возникновения десорбционного пика и резкого изменения амплитуды поглощения на частоте наблюдения $\nu=1305 \text{ см}^{-1}$ является испарение твердой фазы метана, конденсировавшейся при T=16 К. Это предположение находится в соответствии со значениями равновесных параметров метана (давление-температура) на диаграмме состояния. Десорбционные пики при температуре примерно T=20 К не относятся к образцу и связаны, возможно, с конденсатами на нерабочих поверхностях криостата.

2. Интервал температур от 60 К до 130 К. Наблюдается монотонное уменьшение содержания адсорбированного метана в образце, связанное с уменьшением адсорбционной емкости пленки аморфной воды при повышении температуры. Процесс растянут во времени, так что десорбированный метан откачивается из камеры без формирования пика десорбции.

3. Интервал температур от 130 К до 145 К. Наблюдаемые резкие изменения измеряемых параметров связаны, на наш взгляд, со структурной перестройкой твердой фазы воды — от аморфного состояния (ASW) через промежуточное состояние сверхпереохлажденной жидкости (SCL) в кубический лед. Именно благодаря наличию промежу-

точного SCL-состоянию адсорбированный метан получает необходимую диффузионную мобильность для перемещения к границе фаз и последующей десорбции.

4. Интервал температур от T=145 К до испарения образца. В диапазоне от 145 до 160 К содержание метана в образце практически не меняется. При этом его количество в образцах достаточно велико. В частности, если судить по значению амплитуды поглощения, то в 10%-ом образце при температуре 160 К содержится не менее 60% метана от первоначального содержания. При таких высоких значениях температуры метан может находиться в пленке только в связанном с водой состоянии, а именно, в виде клатратов. Увеличение температуры выше 160 К приводит к уменьшению содержания метана, что связано, скорее всего, с переходом кубического льда I_c в основное гексагональное состояние I_h, что, видимо, сопровождается частичным разрушением клатратов. Небольшой температурный интервал 172–176 К с постоянными значениями содержания метана, соответствует существованию гексагонального льда, содержащим клатраты метана. Дальнейшее повышение температуры приводит к испарению пленки воды с одновременным изменением содержания метана, т.е. его испарением. Тот факт, что метан покидает образец совместно с испаряющейся водой, подтверждает наше предположение о присутствии в исследуемых образцах клатратов метана.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных нами экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы. При исследовании образцов можно полу-

чить различную конфигурацию молекул и их образований в зависимости от метода и последовательности криоконденсации газообразных веществ. Более того, при изменении температурных условий протекают процессы, приводящие к перестройке системы и образованию новых структур. Относительно изучения явлений, происходящих в тонкой пленке, образованной в результате совместной конденсации воды и метана в различных концентрациях можно сделать следующие заключения:

1. В процессе криовакуумной конденсации паров воды и метана на подложку при $T=16$ К образуется двухкомпонентная пленка, содержащая клатраты метана.

2. Поведение образцов в процессе повышения температуры зависят от концентрационных соотношений воды и метана. Однако в характерных температурных интервалах, связанных с равновесными свойствами метана и структурно-фазовыми превращениями аморфной твердой воды, характер изменения измеряемых параметров для всех образцов обладает общими одинаковыми признаками.

3. Метан содержится в образцах вплоть до испарения льда при температуре около $T=180$ К. Это может служить подтверждением предположения о присутствии клатратов метана в изучаемых образцах.

Литература:

1. Дядин Ю. А., Гушин А. Л. Газовые гидраты // Соросовский образовательный журнал. — 1998. — № 3. — С. 55–64.
2. Aldiyarov A., Aryutkina M., Drobyshev A., Kaikanov M. and Kurnosov V. Investigation of dynamic glass transitions and structural transformations in cryovacuum condensates of ethanol // Low Temp. Phys. — 2009. — Vol. 35, Issue 4. — P. 251–255.
3. Talon C., Ramos M., Vieira S., Guello G., Bermejo F., Griado A., Senent M., Bennington S., Fischer H., Schober H. Low-temperature specific heat and glassy dynamics of a polymorphic molecular solid // Physical Review. — 1998. — Vol. 58, 2. — P. 745.
4. Fajardo M. E. and Tam S. On the structure of boron trifluoride in liquid and supercritical phase investigated with neutron diffraction // J. Chem. Phys. — 2001. — 115. — P. 68.
5. Tursi A. J. and Nixon E. R. Structure of triethylphosphine // J. Chem. Phys. — 1970. — 52. — 1521P.
6. Paul J. B., Collier C. P., Saykally R. J., Sherer J. J., and Keefe A. O. Water in Confining Geometries // J. Phys. Chem. — 1997. — 101. — P. 5211.
7. Manzhelii V., Freiman Y. Condensed Matter Theory // Physics of cryocrystals. — New York: AIP, Woodbury. — 1996.
8. Debenedetti P. G. Supercooled and glassy water // J. Phys. Cond. Matter. — 2003. — 15. — P. 1670–1721.
9. Johari G. P., Hallbrucker A., and Mayer E., Glass-liquid transition of water at high pressure // Science. — 1996. — 273. — 90 P.

Негативное взаимное влияние электроустановок и синантропных птиц

Елизаров Владислав Викторович, аспирант
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

В статье рассмотрена проблема гнездование синантропных птиц в металлоконструкциях распределительных электроподстанций и на опорах ЛЭП, что приводит к аварийным отключениям и порчи дорогостоящего оборудования. Рассмотрены существующие методы защиты ЛЭП при помощи птицевзащитных устройств (ПЗУ).

Ключевые слова: ЛЭП, птицы, птицевзащитные устройства, антиприсадные устройства

Объектами биоповреждений являются созданные человеком материалы технические устройства, строительные конструкции, транспортные средства, линии связи и электропередач, сельскохозяйственные культуры, сырье, продукты питания и т.д. Широкое распространение, экологическая пластичность и тяготение отдельных видов к антропогенному ландшафту явились причинами «конфликтных» ситуаций, возникающих на пересечении хозяйственной деятельности человека с повседневной жизнью птиц. Гнездование синантропных птиц в металло-

конструкциях распределительных электроподстанций и на опорах ЛЭП приводит к аварийным отключениям и порчи дорогостоящего оборудования. Увеличение объема перевозок, выполняемых воздушным транспортом, и скорости полетов самолетов привели к значительному увеличению числа столкновений летательных аппаратов с птицами различных видов. Перечисленные практические задачи основываются, главным образом, на ситуациях, когда требуется отпугивание синантропных птиц с определенной территории, где их присутствие по тем или иным

причинам нежелательно. Управление поведением птиц здесь включает в себя использование различных репеллентных средств. Однако стратегия и тактика использования репеллентов должны, прежде всего, оцениваться с экономической точки зрения. [1]

Число видов, с которыми необходимо активно бороться, постоянно растет, как растет и число ситуаций хозяйственной деятельности человека, в которых приходится использовать все новые и новые средства управления поведением птиц. Эффективности борьбы с синантропными птицами, как правило, мешает отсутствие на местах квалифицированных специалистов, знакомых с биологией птиц и полным набором средств и способов, накопленным современной прикладной орнитологией. [1]

По оценкам экспертов, только в Европейской части России при контакте с ЛЭП ежегодно гибнет около 7 миллионов птиц. Еще в 1913 г. немецкий инженер Герман Хенле выступил на III Германском орнитологическом конгрессе в Гамбурге с докладом на тему «Электричество и охрана птиц», в котором убедительно описал проблему гибели птиц от поражения электрическим током. Его вывод, полностью справедливый и сегодня, гласил: «Пожалуй, можно утверждать, что без ущерба для экономических интересов уничтожение птиц можно свести до единичных случаев». Уже тогда подчеркивалось, что решение данной проблемы не только может спасти множество птиц, но и отвечает интересам промышленности, поскольку оно позволит предотвратить аварии и повреждение оборудования в результате коротких замыканий. Сотрудничество между защитниками птиц и компаниями — владельцами электросетей позволило впоследствии разработать технические решения, которые обеспечивают безопасность птиц и в настоящее время широко используются во многих странах мира. В СССР на проблему массовой гибели птиц от поражения электрическим током специалисты-орнитологи всерьез обратили внимание около 50 лет назад, когда вместо деревянных опор ЛЭП средней мощности (6–10 кВ) стали широко использоваться железобетонные опоры с металлическими траверсами (горизонтальными перекладинами), на которых были установлены штыревые изоляторы. При этом неизолированные токоведущие провода, крепящиеся к изоляторам, оказываются в опасной близости от заземленной металлической траверсы чуть выше нее. Именно такая конструкция до сих пор наиболее широко используется на постсоветском пространстве, именно она является смертельно опасной для птиц, причем, чем крупнее птица, тем больше у нее шансов погибнуть в результате короткого замыкания при попытке сесть на траверсу подобной опоры. В дождливую погоду риск быть убитыми таким образом для птиц повышается многократно. Таким образом, подобные ситуации являются постоянно действующими смертельными ловушками для птиц, их протяженность огромна, а наносимый ущерб колоссален и несопоставим с такими широко известными угрозами, как браконьерство, эпизоотии (птичий грипп, например) или фактор беспокойства.

Многие виды синантропных птиц охотно используют опоры ЛЭП в качестве места отдыха (присады). Особенно это касается хищных птиц, которые всегда стараются сесть на наиболее высоко расположенные объекты, обеспечивающие хороший обзор. И если в лесной зоне или в горах выбор мест для присады у птиц достаточно велик, то в степной и пустынной зонах именно опоры ЛЭП являются для них наиболее привлекательными, так как почти не имеют альтернативы. Соответственно именно в южных безлесных регионах масштабы гибели птиц от поражения электрическим током наиболее велики и нередко приводят к практически полному вымиранию целых популяций, в том числе редких и охраняемых видов птиц, занесенных в Красные книги различных уровней. Необходимо отметить, что не все ЛЭП одинаково опасны для птиц. Так, линии напряжением от 30 кВ и более благодаря своим конструктивным особенностям (там всегда используются мощные подвесные изоляторы, исключающие возможность короткого замыкания) почти безопасны для птиц, и некоторые виды в условиях дефицита мест, пригодных для гнездования, даже успешно гнездятся на опорах высоковольтных ЛЭП. Интересно, что синантропные птицы (преимущественно мелкие, размером не крупнее вороны), садящиеся на сам токоведущий провод и не имеющие контакта с заземленной траверсой или другим проводом, как правило, не погибают вне зависимости от напряжения тока, так как электрическая цепь остается разомкнутой. Правда, и из этого правила бывают исключения, и порой целые стайки мелких птиц, присевшие на провода вблизи опоры в дождливую погоду, погибают в результате образования электрической дуги. К сожалению, на данный момент в стране, несмотря на длительное изучение проблемы гибели птиц на ЛЭП мало, что сделано для ее практического решения. Согласно действующим законам в РФ, владельцы ЛЭП могут оснастить свои линии любыми ПЗУ, не заботясь о результате своих действий. Многолетние исследования специалистов показали крайне низкую эффективность различных «заградительных» приспособлений, включая широко используемые до настоящего времени «холостые» штыревые изоляторы и отвлекающие присады для птиц, которые несколько снижают количество гибнущих птиц, но не решают проблемы в целом. [2]

Используемые птицепрозрачные устройства (ПЗУ) должны отвечать определенным (стандартизированным) требованиям орнитологической безопасности. Следует использовать только те конструкции защитных устройств, модели которых технически соответствуют конкретным электросетевым объектам, а также габаритам и поведенческим реакциям подвергаемых птиц данной местности.

Крупные компании (ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «Россети», ПАО «Газпром») приняли корпоративные стандарты, содержащие технические требования к современным птицепрозрачным устройствам (Стандарт организации ПАО «Россети»..., 2015; Технические требования к опорам ВЛ 6–20 кВ..., 2013). [3]

На современном этапе принято считать, что защитное устройство, изначально разработанное для защиты ЛЭП или иных объектов от негативного воздействия синантропных птиц, не может называться специальным птице-защитным, поскольку в действительности оно является объектозащитным устройством (например, устройство для защиты ЛЭП от птиц правильно называть «специальным ЛЭП-защитным устройством»).

Использование различных антиприсадных агрессивных (отпугивающих, заградительных, колющих, ударяющих слабым током) ЛЭП-защитных устройств и приспособлений, применяемое широко в практике защиты ЛЭП от синантропных птиц, совершенно неприемлемо для защиты птиц от гибели на ЛЭП. Недопустимо под видом проведения птицевозрастных мероприятий применять ЛЭП-защитные устройства, которые нередко приводят к обратному эффекту — повышают уровень орнитологической опасности оснащаемой электроустановки.

При проектировании новых и реконструкции существующих ЛЭП 6–10 кВ рекомендуется отказаться от применения открытого, неизолированного провода (марки А, АС и др.). При проектировании, строительстве и реконструкции ЛЭП 6–10 кВ рекомендуется использовать самонесущий изолированный провод СИП-3 или СИП-4.

Использование изолированного провода СИП-3, покрытого специальной полимерной оболочкой, обеспечивает надежную защиту птиц при эксплуатации ЛЭП 6–10 кВ. Крепление данного провода на штыревых изо-

ляторах производится без нарушения изолирующего слоя и возможность контакта птиц с токонесущей частью конструктивно исключена (при условии соблюдения технологии крепления и соединения данного вида провода). В настоящее время большинство проектных организаций знакомы с данной технологией прокладки ЛЭП. Она так же получает все большее распространение при реконструкции эксплуатируемых электрических сетей. Для обеспечения безопасности для птиц эксплуатируемых ЛЭП 6–10 кВ, оборудованных штыревыми изоляторами, рекомендуется использовать специальные полимерные птицевозрастные устройства (ПЗУ).

Данный тип ПЗУ, несмотря на широкое применение за рубежом, только начинает использоваться на территории России. Его преимущества состоят в том, что все элементы ПЗУ изготовлены из диэлектрических материалов. Установка ПЗУ не требует предварительного выполнения сложных подготовительных работ (сварка, сверление траверс и пр.). А изоляция токонесущего провода обеспечивает исключение опасных замыканий с участием птиц. [4]

Совершенствуется правовой механизм защиты птиц на объектах электросетевого хозяйства (в России существенно ужесточены нормы административной и материальной ответственности, в ряде субъектов РФ эффективно действуют собственные требования по предотвращению гибели птиц на ЛЭП), статус редких и исчезающих уязвимых хищных птиц и многих других, закреплён в Красных книгах Российской Федерации. [3]

Литература:

1. Звонов Б. М. Защита объектов народного хозяйства от птиц. Москва, «МАКС Пресс», 2003, с. 24.
2. ЛЭП убивают птиц / М. Пестов // Экология и жизнь: научно-популярный и образовательный журнал. — 2011. — № 3. — С. 39–42: фот. цв.
3. Стратегия и практика защиты хищных ЛЭП-уязвимых птиц Северной Евразии / А. В. Салтыков // <http://www.rbcu.ru/programs/313/31732/>
4. Рекомендации по обеспечению безопасности при эксплуатации воздушных линий электропередачи / <http://ttgen.ru/ru/electrocutions/bpd>

Высокотемпературные сверхпроводящие электродвигательные установки для применения на флоте

Захарова Евгения Игоревна, магистрант;

Зингер Мария Александровна, магистрант;

Захаров Игорь Вячеславович, доктор технических наук, профессор

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова (Казахстан)

Развитие ряда отраслей промышленности и новейшей техники потребовало создания установок на весьма большие постоянные токи, измеряемые сотнями килоампер. В большинстве случаев подобные установки являются низковольтными. Примером такого электроо-

борудования могут служить униполярные генераторы и электрические машины.

Униполярные генераторы применяют для получения больших токов $10^3 \div 10^5$ А при напряжении от единицы до сотен вольт.

Униполярные электрические машины находят применение в установках, где требуется иметь минимальную индуктивность цепи якоря. При необходимости генерирования больших токов униполярные генераторы превосходят машины постоянного тока с коллектором, так как в них не требуется принимать мер для обеспечения удовлетворительной коммутации; кроме того, в них отсутствуют магнитные потери в стали и некоторые добавочные потери. Поэтому у них высокий коэффициент полезного действия.

Подобного рода оборудование используют в электрохимии — для получения меди, алюминия и других металлов методом электролиза; в электрометаллургии — для питания дуговых печей, в частности устройства для электромагнитного перемешивания металла в ванне печи; для питания электромагнитных насосов, перекачивающих жидкий металл; в ядерной физике — в токамаке для возбуждения плазмы; в военном деле — для питания рельсотрона; на флоте — в качестве генераторов, гребных электродвигателей и т.д.

Недостатком этих машин является сложность выполнения токосъемных устройств. При больших токах вместо обычного щеточного аппарата для токосъема с контактных колец применяют жидкометаллические контакты. Для этого в зазор между кольцевыми электродами, расположенными на статоре и роторе, помещают легкоплавкий металл: ртуть (температура плавления $T_{пл} = 234$ К), сплав натрия и калия ($T_{пл} = 262$ К) или сплавы калия с индием и оловом ($T_{пл} = 300$ К). При использовании жидкометаллических контактов в них резко уменьшаются электрические потери из-за малого падения напряжения в контакте, а также механические потери от трения по сравнению со щеточными контактами обычного типа [1].

Открытие явления высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП) создало принципиально новые возможности для практического применения генераторов и электрических машин.

Применение жидкометаллического токосъема в сверхпроводниковых машинах значительно труднее, чем в обычных. Это объясняется наличием больших магнитных полей в сверхпроводниковых машинах, что может привести к недопустимым электромагнитным потерям в жидком металле. Поэтому конструкция сверхпроводниковой машины должна быть такой, чтобы зона жидкометаллического токосъема находилась в сравнительно небольшом магнитном поле.

В качестве жидких металлов могут применяться сплавы Na — K, In — Hg, Ga — In, Ga — In — Sn. К сожалению, все указанные металлы имеют определенные недостатки. Натрий не допускает присутствия влаги, ртуть токсична, галлий является и токсичным и коррозионным. Поэтому в системе с жидкометаллическим токосъемом должны быть исключены течи и попадание кислорода в область жидкого металла. Обычно в качестве жидкого металла используется сплав Na — K, защитной средой служит азот. В процессе работы жидкий металл может

постепенно трансформироваться в порошкообразный материал. Это особенно проявляется в случае применения сплава Ga — In. Несмотря на большие трудности, разработка жидкометаллического токосъема имеет решающее значение для создания сверхпроводниковых униполярных машин очень больших мощностей. При этом исследования должны охватывать металлургические и химические явления, а также вопросы надежности. Для упрощения конструкции важно получить возможность размещения жидкометаллического токосъема в зоне больших магнитных полей. Кроме того, необходимо увеличить скорость подвижного контакта до 200 м/с [2].

В целом следует сказать, что сверхпроводники применяются для обмоток возбуждения синхронных электрических машин и электрических машин постоянного тока. Использование сверхпроводников в электрических машинах позволяет в несколько раз увеличить плотность тока в обмотках возбуждения и повысить магнитную индукцию. При надлежащем исполнении обмоток якоря открываются возможности уменьшения массы и габаритов электрических машин, а также улучшения их параметров. В то же время сверхпроводящее состояние обмоток возбуждения приводит к исключению в них потерь активной мощности, а, следовательно, к увеличению коэффициента полезного действия электрических машин. Таким образом, имеет место редкое сочетание в технике одновременного уменьшения массы и габаритов и роста коэффициента полезного действия генераторов и электродвигателей.

Электрические машины с использованием явления сверхпроводимости имеют неоспоримые преимущества по сравнению с электрическими машинами традиционного исполнения при больших мощностях, особенно там, где требуются минимальная масса электрических машин и пониженная механическая инерционность ротора [2].

В последнее время появились сведения о применении униполярных электрических машин с ВТСП обмотками подмагничивания на флоте [3].

Компания General Electric (США) занимается разработкой и созданием мощных униполярных ВТСП генераторов и электродвигателей. Униполярные электрические машины с ВТСП обмотками подмагничивания имеют целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными электрическими машинами, особенно при высокой частоте вращения. В рамках проекта AFRL (Air Force Research Lab) компания General Electric разрабатывает униполярный генератор с ВТСП обмотками подмагничивания мощностью 5 МВт и частотой вращения 16000 об/мин для последующего использования в мощных энергетических установках. Демонстрационный образец униполярного генератора мощностью 1 МВт был изготовлен и успешно испытан. На основании полученного в ходе работ по проекту AFRL опыта в General Electric была поставлена задача разработки ВТСП униполярных электрических машин для нужд флота: основных и вспомогательных генераторов, гребных электродвигателей, различных вспомогательных электродвигателей. Компа-

нией General Electric было разработано четыре демонстрационных образца электрических машин с ВТСП обмотками подмагничивания для флота, среди них: основной генератор мощностью 36 МВт (3600 об/мин) и гребной

электродвигатель мощностью 36 МВт (120 об/мин). Также были разработаны вспомогательные генератор (7000 об/мин) и электродвигатель (132 об/мин) мощностью 4 МВт каждый.

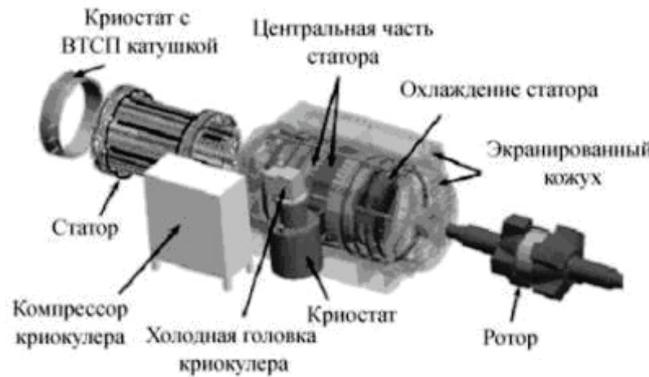


Рис. 1. Генератор с ВТСП обмотками подмагничивания

На рисунке 1 изображена схема ВТСП униполярного генератора, состоящего из ВТСП обмотки подмагничивания постоянного тока, стального ротора и медного статора. Параметры обмотки статора и его железного ярма оптимизированы с целью получения наилучших характеристик. Полюса ротора достаточно сильно выступают, полюса на одном из концов ротора смещены на 45° относительно полюсов на другом его конце. ВТСП обмотка подмагничивания работает при температуре 30 К, в замкнутом цикле охлаждения от криокулера. Использование небольшой одиночной ВТСП катушки снижает требования к системе охлаждения и сокращает стоимость устройства. В таблице 1 приведены основные технические параметры для всех четырех разработанных устройств. Для сравнения, обычный униполярный гене-

ратор мощностью 25 МВт (3600 об/мин) имеет диаметр около 3 м, длину 5 м при весе в 57 тонн. Наиболее эффективно электрические машины с ВТСП обмотками подмагничивания работают при высокой частоте вращения.

В рамках Applied Basic Project был создан прототип электродвигателя для привода гребного винта мощностью 15 кВт и частотой вращения 360 об/мин, хотя в нем сверхпроводящим был только статор, а ротор выполнен из традиционных материалов. К электродвигателю был присоединён винт 50 см в диаметре, в настоящее время он проходит тестовые испытания. В рамках проекта также был разработан электродвигатель на 7,5 кВт со сверхпроводящим ротором и статором из несверхпроводящих материалов. В настоящее время данный двигатель находится в процессе сборки [4].

Таблица 1. Основные параметры электрических машин с ВТСП обмотками подмагничивания

Устройство	Основной генератор	Вспомогательный генератор	Гребной электродвигатель	Гребной электродвигатель в гондоле
Мощность, МВт	36	4	36	4
Частота вращения, об/мин	3600	7000	120	132
Номинальное напряжение, кВ	6,6	6,6	3,8	4,16
Число фаз	3	6	3	3
Число полюсов	6	6	18	48
Рабочая частота, Гц	180	350	18	52,8
КПД при полной нагрузке, %	> 98	> 98	> 95	> 95
Расход ВТСП ленты Bi-2223, км	6	1,1	11	5
I_t при 77 К в собственном поле, А	150	150	150	150
Диаметр, см	110	90	290	290
Длина, см	200	80	400	500
Потребляемая мощность криокулера, кВт	14,4	7,2	14,4	7,2
Масса криокулера, кг	300	120	300	150
Суммарный вес устройства, т	12	1,3	100	11

Китайская Судостроительная Корпорация разработала и испытала ВТСП электродвигатель мощностью 1 МВт, который можно использовать для привода гребного винта через редуктор (Рисунок 2). Электродвигатель выполнен со сверхпроводниковым ротором: шесть полюсов с ВТСП обмотками из Bi-2223 проводника. Рабочая темпера-

тура ротора 35–40 К, охлаждение осуществляется газообразным гелием. Скорость вращения ротора достигает 1000 оборотов в минуту, КПД при полной мощности составляет 95%. Статор электродвигателя — медный с водяным охлаждением [5].



Рис. 2. Прототип судового ВТСП электродвигателя мощностью 1 МВт

Приведенные сведения дают основание сделать следующие выводы:

1. Униполярные электрические машины с ВТСП обмотками подмагничивания при высокой частоте вращения (3600 об/мин или более) практически не уступают значительно более сложным устройствам с ВТСП статором и ротором.

2. Параметры тихоходных гребных электродвигателей с ВТСП обмотками подмагничивания при частотах вра-

щения около 120 об/мин будут хуже, чем для электрических машин с полностью ВТСП статором и ротором.

3. Цена устройств с ВТСП обмотками подмагничивания, будет заведомо ниже, что может стать решающим аргументом в их пользу.

В заключение следует сказать, что ВТСП электродвигатели, обладая целым рядом весомых преимуществ, находят все большее применение на кораблях морского флота при замене движительных установок традиционного типа.

Литература:

1. Брускин Д. Э. и др. Электрические машины: Ч. 2 / Брускин Д. Э., Зорохович А. Е., Хвостов В. С. — М.: Высшая школа, 1987. — 319 с.
2. Электрофизические проблемы использования сверхпроводимости / Глебов И. А., Лаверик Ч., Шахтарин В. Н. — Л.: Наука, 1980. — 256 с.
3. K. Sivasubramaniam et al., IEEE Trans. Appl. Supercond., 18, 1, 2008.
4. Superconductivity Web 21, fall issue, 2007.
5. Свистунова О. И. Разработка и создание ВТСП устройств в КНР // Информационный бюллетень «Сверхпроводники для электроэнергетики». — М: НИЦ Курчатовский институт, 2015. — т. 12, № 3. — С. 9–12.

Использование нормативной литературы при проектировании бетонных конструкций армированных композитной арматурой

Землянухин Александр Дмитриевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В статье рассматривается возможность использования пособий по проектированию железобетонных конструкций для конструкций армированных композитной арматурой.

Ключевые слова: композитная арматура, железобетонные конструкции, многоэтажное строительство

Using normative literature in the design of concrete structures reinforced composite reinforcement

Zemlyanukhin Aleksandr Dmitrievich

Первое производство композитной арматуры состоялось в СССР в конце 1960-начале 1970-х годов. Тогда это была стеклокомпозитная арматура (именовалась стеклопластиковой, сокращенно — СПА), которую выпускали диаметром до 6 мм. Высокая прочность арматуры при растяжении (до 1000 МПа) сразу же указала и наиболее рациональную область ее применения — предварительно напряженные конструкции.

Однако широкого распространения арматура не получила, и дальше опытного применения дело, по существу, не пошло. Среди причин, кроме высокой стоимости, немалое значение имела ограниченность сортамента СПА (до 6 мм). Натягивать арматуру можно было либо одиночно (что было трудоемко и требовало дорогостоящих захватов), либо т.н. струнопакетами, от которых к тому времени в стройиндустрии повсеместно отказывались (кроме производства железнодорожных шпал) и переходили к использованию более мощных арматурных элементов — канатов (прядей) и высокопрочных стержней.

Сегодня композитная арматура переживает второе рождение. К стеклокомпозитной (АСК), добавилась базальтокомпозитная (АБК), углекомпозитная (АУК), арамидкомпозитная (ААК) и комбинированная (АКК), сортамент намного расширил свои границы — от 4 до 32 мм, производство арматуры освоено многими предприятиями, разработан ГОСТ [2].

В 2013 году в Интернете опубликован проект свода правил [3], регламентирующего проектирование конструкций из бетона с такой арматурой. Правда, некоторые производители утверждают, что можно пользоваться существующими нормами проектирования железобетонных конструкций [4], подставляя в формулы соответствующие характеристики композитной арматуры, и, вроде бы, эффект получится сам собой. Ниже будет показано, что такой оптимизм несколько преждевременен, а пока рассмотрим основные особенности композитной арматуры. Их учет позволит избежать двух крайностей — вначале восторга, а потом «анафемы» (эти крайности сыграли в свое время негативную роль в деле распространения первой стеклопластиковой арматуры).

Как и любой строительный материал композитная арматура обладает своими технологическими особенностями. Например снижение прочности при температуре выше +60°C. Из этого следует, что либо температура термообработки бетона, вместо обычных для сборных изделий 80°C, должна быть не выше 60°C (что приведет к удлинению технологического цикла и удорожанию изделий), либо к расчетному сопротивлению арматуры необходимо вводить понижающий коэффициент (а это приведет к дополнительному расходу арматуры и тоже к удорожанию

изделий). Из этого также следует, что огнестойкость конструкций с композитной арматурой намного ниже, чем со стальной.

Предел прочности при растяжении, согласно ГОСТ [2], составляет: для АСК и АБК — не менее 800 МПа, для АУК и ААК — не менее 1400 МПа, для АКК — не менее 1000 МПа. Эти показатели совпадают с величинами нормативного сопротивления стальной арматуры классов соответственно А800, Вр1400 и А1000, которую используют только в преднапряженном железобетоне (в обычном железобетоне проку от столь высокой прочности нет).

Предел прочности при сжатии для АУК составляет не менее 1000 МПа, для остальных видов не менее 500 МПа. Но данный показатель никакого практического значения не имеет, о чем будет сказано ниже.

Модуль упругости при растяжении E_s установлен не менее 50 ГПа для АСК и АБК, не менее 130 ГПа для АУК, не менее 70 ГПа для ААК и не менее 100 ГПа для АКК, что существенно ниже модуля упругости стальной арматуры, равного 200 ГПа.

Поскольку арматура работает (деформируется) совместно с бетоном, расчетное сопротивление сжатию R_{sc} определяется не ее прочностью, а предельной сжимаемостью бетона (ϵ_{bu}), по достижении которой происходит разрушение сжатого бетона и выключение из работы сжатой арматуры. Отсюда

$$\sigma_{sc} = R_{sc} = \epsilon_{bu} E_s \quad (1)$$

Расчетная же величина ϵ_{bu} , согласно СП [4], при кратковременном действии нагрузки равняется 0,002% (при продолжительном действии — 0,0025%). При таких значениях ϵ_{bu} прочность сжатой композитной арматуры используется не более чем на треть (см. табл. 1). Отметим, что именно по этой причине сжатую стальную арматуру классов выше А600 не применяют.

По причине невысокого модуля упругости вряд ли целесообразно применение композитной арматуры и в качестве рабочей растянутой арматуры в обычных изгибаемых конструкциях.

Если при проектировании конструкций пользоваться современными нормами [4], то ширину раскрытия нормальных трещин следует определять по формуле:

$$a_{cr} = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 \Psi_s (\sigma_s / E_s) l_s \quad (2)$$

из которой видно, что при прочих равных условиях ширина раскрытия трещин a_{cr} увеличивается во столько же раз, во сколько раз уменьшается модуль упругости арматуры E_s . (Эта обратная зависимость существовала и во всех предыдущих редакциях норм.) То есть там, где со стальной арматурой ширина раскрытия достигает предельного зна-

Таблица 1

Наименование показателей	АСК	АБК	АУК	ААК	АКК
Расчетное сопротивление сжатию R_{30r} МПа					
– Кратковременному	100	100	260	140	200
– Продолжительному	125	125	125	175	250
Величина относительного удлинения при разрыве, %	1,6	1,6	1,1	2,0	1,0

чения 0,3 мм, с композитной она будет составлять от 0,45 мм (АУК) до 1,2 мм (АСК, АБК). Чтобы уменьшить величину асс, потребуется уменьшать величину напряжений ст, а значит — увеличивать расход арматуры.

Аналогичная ситуация с жесткостью D конструкций, имеющих трещины в растянутой зоне, которую определяют по формуле [4]:

$$D = (E_s / \Psi_s) A_z z (h_0 - x_m) \quad (3)$$

Жесткость напрямую влияет на кривизну изгибаемого элемента и на его прогиб, а сама она, как видно из формулы, напрямую зависит от модуля упругости арматуры.

Если предельно допустимое значение ширины раскрытия трещин асгси в элементах с композитной арматурой можно несколько увеличить (из-за высокой коррозионной стойкости последней), то с предельно допустимым прогибом f_u сделать это нельзя, поскольку величина его связана с технологическими, эстетико-психологическими, физиологическими и др. факторами, а никак не с особенностями арматуры.

В то же время, из-за отсутствия пластических деформаций удлинение композитной арматуры при разрыве ($\delta = \sigma_b / E_s$) невелико. Если у высокопрочной стальной проволоки оно не менее 4%, а у стержневой термоупрочненной арматуры классов А800 и А1000 — не менее 2%, то у композитной арматуры колеблется от 1,0 до 1,6% и лишь у ААК достигает минимально необходимых 2% (табл. 1). Эта особенность чревата хрупким (т.е. наиболее опасным) разрушением конструкций, поэтому при проектировании к прочности композитной арматуры следует вводить понижающие коэффициенты. Попутно отметим, что величина удлинения — одного из важнейших нормируемых параметров стальной арматуры — в ГОСТе [2] вообще не приведена.

Не дает ГОСТ также сведений о плотности композитной арматуры. Проектировщику, если ему придется разрабатывать конструкции, расход композитной арматуры предстоит определять в кубометрах или в кубодециметрах (литрах), а не в килограммах.

Вследствие низкого модуля упругости и высокой прочности эффективной областью применения были обозначены предварительно напряженные конструкции, а также электроизолирующие конструкции с применением специальных бетонов и конструкции с высокой сопротивляемостью действию агрессивных сред.

Потери напряжений в напрягаемой арматуре от усадки и ползучести бетона по Рекомендациям определялись как

для стальной арматуры с умножением результата на коэффициент пропорциональности, равный отношению модулей упругости композитной и стальной арматуры. В Рекомендациях приведены также формулы потерь от релаксации напряжений и от перепада температуры при натяжении на упоры стенда. Кроме того, приведена длина зоны передачи напряжений для арматуры диаметром 6 мм: $l_p = 250$ мм.

Рекомендации [1] устанавливали следующие коэффициенты условий работы, вводимые к расчетному сопротивлению арматуры:

- при продолжительном действии нагрузки — 0,65,
- при пропаривании изделий до температуры 60°C — 0,9, до температуры 70°C — 0,85, до температуры 80°C — 0,8.

В проекте СП записано, что «нормативные значения сопротивления растяжению, модуля упругости и предельных относительных удлинений при разрыве следует определять с обеспеченностью 0,95 по результатам испытаний... в соответствии с ГОСТ». В ГОСТ же нет не только указаний по испытанию, но и самой величины предельных удлинений (об этом сказано выше). А главное, сами величины нормативного сопротивления растяжению отсутствуют и там, и там. Поэтому не понятно, то ли временное сопротивление приведено с обеспеченностью 0,95 и уже является нормативным сопротивлением, то ли его ещё кому-то надо определять.

Расчетное сопротивление сжатию, согласно проекту СП, принято равным нулю. Такое радикальное решение вполне объяснимо. Чтобы сжатая арматура работала, нужно ее удерживать поперечными стержнями (хомутами) от потери устойчивости. Композитные же хомуты здесь применить невозможно, так как они не гнутся и не привариваются.

Что касается нормальных сечений, то в проекте СП [3], в отличие от Рекомендаций [1], указания о предпочтительности проектирования перearмированных сечений (т.е. с перерасходом продольной арматуры) отсутствуют. Но, по всей вероятности, перерасход получится и без этих указаний, если применять все коэффициенты условий работы арматуры и соблюдать требуемые ограничения по жесткости и раскрытию трещин.

Как итог можно отметить, композитная арматура обладает рядом превосходных качеств, находится вне конкуренции в той специфической области, где применение стальной арматуры недопустимо в принципе. В остальных случаях ее применение не оправдано, как технологически, так и экономически.

Литература:

1. Р-16–78. Рекомендации по расчету конструкции со стеклопластиковой арматурой / НИИЖБ Госстроя СССР — Ин-т строительства и архитектуры Госстроя БССР. — М., 1978. — 20 с.
2. ГОСТ 31938–2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций
3. СП?.13330–2013. Конструкции из бетона с композитной неметаллической арматурой. Правила проектирования.
4. СП 63.13330–2013. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52–01–2003.
5. Габрусенко В. В. Особенности проектирования конструкций из бетона с композитной / Габрусенко В. В. // Проектирование и строительство в Сибири. 2013. № 6(77).

Фибробетон, устойчивый к воздействию высоких температур

Землянухин Александр Дмитриевич, студент

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В статье рассматриваются свойства разработанного состава фибробетона, не требующего тепловой обработки. Также отмечается, что данный состав обладает высокой прочностью на растяжение и изгиб.

Ключевые слова: фибробетон, жаростойкий бетон, проектирование, состав бетона, металлические волокна

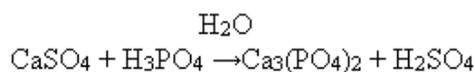
Fibrous concrete resistant to high temperatures

Zemlyanukhin Aleksandr Dmitrievich

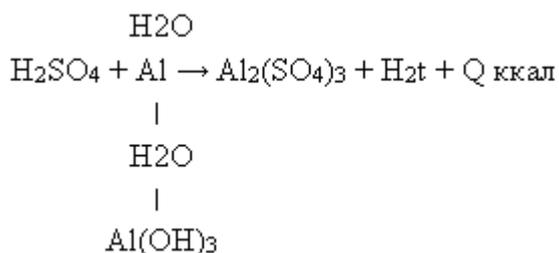
Как известно, влияние высокой температуры приводит к значительным изменениям прочности, трещиностойкости и в конечном итоге срока службы бетонов, применяемых в конструкциях теплотехнических сооружений. До настоящего времени подбор оптимальных составов жаростойких бетонов производили исходя из необходимости обеспечения остаточной прочности бетона на сжатие не менее 30% после его нагрева при температуре 800°C. Однако в реальных условиях эксплуатации при действии высокой температуры и нагрузки бетоны с одинаковой прочностью на сжатие могут иметь различные показатели прочности на растяжение при изгибе, трещиностойкости и долговечности, что необходимо учитывать при выборе вида и состава бетона.

С целью повышения показателей прочности на сжатие и растяжение при изгибе был разработан состав легкого жаростойкого фибробетона [1], не требующего тепловой обработки. По сравнению с известными бетонами, предлагаемый состав при сохранении высоких жаростойких свойств обладает малой плотностью и достаточно высокой прочностью, особенно на растяжение при изгибе. Созданная с помощью газообразователей пористая структура бетона отличается прочными перегородками пор, образованными в результате использования

глиноземистого шлака и сернокислого шлама, взаимодействующими с ортофосфорной кислотой и алюминиевой пудрой. Сернокислый шлам представляет собой продукт, образующийся травлением окалины при производстве стальных труб серной кислотой с последующей нейтрализацией известняком. Полученный при этом отход в виде шлама не находил применения и в больших количествах вывозился в отвал, ухудшая экологическое состояние в регионе. Химический состав шлама: Fe₂O₃ — (10–15)%; MgO — (3–5)%; SiO₂ — (7,0–7,3)%; CaSO₄ — (25–30)%; Cr₂O₃ — 1%; CaF₂ — (25–30)% и др. Содержание в шламе оксидов Si, Cr, Mg и Fe является положительным фактором для применения в огнеупорных смесях, так как фосфатные системы H₃PO₄, содержащие эти катионы, обладают высокими прочностными и жаростойкими свойствами. Содержащийся в сернокислом шламе сернокислый кальций (до 30%) взаимодействует с ортофосфорной кислотой по реакции:



В результате образовавшаяся серная кислота взаимодействует с находящейся в смеси алюминиевой пудрой по реакции:



Образовавшиеся соединения $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, а также полученные в результате аналогичного взаимодействия алюминиевой пудры с ортофосфорной кислотой $\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ обеспечивают быстрый набор прочности.

Снижение плотности полученных изделий происходит за счет выделения водорода и применения вспученного вермикулитового песка фракции (0–5) мм, который отличается по сравнению с керамзитом значительно меньшей плотностью при сохранении высоких жаростойких свойств.

В отличие от известных легких жаростойких бетонов предлагаемая сырьевая смесь для производства легкого жаростойкого фибробетона, включающая алюминиевую пудру, ортофосфорную кислоту 60%-ной концентрации, глиноземистый шлак, сернокислый шлак, вермикулит, дополнительно содержит фибровые волокна из проволоки «Хромель Т» (относительная длина — 60).

Сырьевая смесь после затвердевания может применяться в конструкциях теплотехнических сооружений, испытывающих помимо сжимающих значительные растягивающие напряжения. Для повышения сопротивления сжатию и растяжению в сырьевую смесь вводили металлические волокна-фибры, способные воспринимать на себя большие сжимающие и особенно растягивающие нагрузки. Проволока из сплава НХ 9,5 «Хромель Т», применяемая для изготовления термопар и содержащая в своем составе 8–10% хрома и 90–92% никеля, характеризуется большой прочностью на растяжение (до 500 МПа) и высокими огнеупорными свойствами. Сохранение заданной плотности полученных изделий в сопоставлении с известными составами [2] обеспечивается тем, что в предлагаемой сырьевой смеси увеличено количество вермикулита фракции 0–5 мм, при этом уменьшено количество глиноземистого шлака, отличающегося повышенной плотностью. Таким образом, введение в сырьевую смесь металлических волокон-фибр, выполненных из проволоки НХ 9,5 «Хромель Т», а также увеличение расхода легкого наполнителя — вермикулита — при одновременном снижении количества более плотного глиноземистого шлака обеспечивает получение быстротвердеющей смеси повышенной прочности на сжатие и растяжение при сохранении малой плотности, высокой жаростойкости и времени отверждения.

Сырьевую смесь готовят в следующей последовательности.

К сернокислому шламу добавляют ортофосфорную кислоту 60%-ной концентрации в количестве 32% от общего объема и перемешивают в течение 1–2 мин. От-

дельно приготавливают сухую смесь, состоящую из алюминиевой пудры, глиноземистого шлака, вермикулита фракции 0–5 мм и металлических волокон-фибр диаметром 0,5 мм и длиной 30 мм. Время перемешивания обусловлено равномерным распределением фибр в смеси и составляет 2–4 мин. Подготовленные в разных емкостях указанные смеси соединяют и затворяют оставшимся количеством (68%) ортофосфорной кислоты 60%-ной концентрации. Полученную сырьевую смесь интенсивно перемешивают до начала бурного тепловыделения и формируют в изделие. Скорость затвердевания смеси составляет 29–31 мин.

Для сравнения физико-механических свойств предлагаемого фибробетона и известных составов легкого жаростойкого бетона [2] были изготовлены образцы, которые подвергались испытаниям прочности на сжатие и на растяжение, термостойкости, усадки, деформации под нагрузкой и др. [3, 4]. Результаты испытаний приведены в таблице.

Анализ представленных в таблице данных показывает, что введение в сырьевую смесь металлических волокон-фибр из сплава «Хромель Т», имеющего высокие огнеупорные свойства, при указанных соотношениях входящих в нее компонентов способствует, согласно составу № 3, увеличению прочности на сжатие в 1,4 раза, а прочности на растяжение — в 2,1 раза при сохранении средней плотности изделий и одинаковом по сравнению с известным составом [2] времени отверждения.

Наличие данных о физической структуре легкого жаростойкого фибробетона, его сопротивление зарождению и подрастанию трещин при различных условиях внешней среды позволяет перейти к количественной оценке трещиностойкости. Применительно к условиям эксплуатации испытания проводились в нагретом состоянии при температурах 110, 300 и 800°C.

Анализ результатов испытаний показал, что при нагреве легкого фибробетона от 20°C до 800°C параметр прочности R_{bt} снизился на 8% при одновременном уменьшении показателя трещиностойкости на 15%. Такое незначительное снижение вышеуказанных параметров связано со структурой фибробетона. При нагреве до 800°C общая пористость уменьшилась на 3% при незначительном перераспределении объемов пор по размерам. Использование огнеупорных заполнителей из глиноземистого шлака и сернокислого шлама способствовало стабилизации структуры фибробетона и постоянству его механических характеристик.

В проведенных дополнительно испытаниях установлена критическая температура (1500°C) применения предлагаемого состава легкого жаростойкого бетона, при которой потеря прочности составляет 70% от начального значения по сравнению с прочностью при 20°C.

Применение разработанных составов легкого жаростойкого фибробетона позволит повысить прочность, трещиностойкость и долговечность (срок службы) конструкций теплотехнических сооружений, снизить себе-

Таблица 1. Физико-механические свойства предлагаемых составов легкого жаростойкого фибробетона

Свойства легкого жаростойкого фибробетона	Известный состав [2]	Составы сырьевой смеси		
		1	2	3
Время отверждения, мин.	28–30	29	30	31
Прочность на сжатие, МПа	2,2–3,2	3,91	4,15	4,53
Прочность на растяжение, МПа	0,32–0,87	1,18	1,29	1,84
Средняя плотность, г/см	0,53–0,64	0,58	0,62	0,64
Класс бетона по предельно допустимой температуре применения	И8 (T=800°C)	И8	И8	И8
Остаточная прочность после нагрева до температуры 800°C,%	62–67	75	75	78
Термостойкость при 800°C, воздушные теплосмены	35–38	40	41	41
Температура 4%-ной деформации под нагрузкой, °C	800	1200	1200	1200
Предельное значение усадки после нагрева до предельно допустимой температуры применения,%	1,8–2	1,8	1,7	1,62

стоимость такого бетона и улучшить экологическую обстановку за счет полного отсутствия тепловой обработки

и использования не утилизируемых отходов алюминиевого и трубного производств.

Литература:

1. Патент РФ № 2257363. Сырьевая смесь для производства легкого огнеупорного фибробетона / Перфилов В. А., Алаторцева У. В., Агеев Ю. С., Митяев С. П., Тютюрин А. А. Бюлл. № 20, зарег. 20.07.2009 г.
2. Патент РФ № 2257363. Сырьевая смесь для производства легкого огнеупорного бетона / Перфилов В. А., Агеев Ю. С., Тютюрин А. А. Бюлл. № 21, зарег. 27.07.2005 г.
3. ГОСТ 10180–90 (2003). Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
4. ГОСТ 10180–90 (2003). Бетоны жаростойкие. Технические условия.

Послойная трехмерная печать на основе полиамид-имида

Калашников Сергей Васильевич, директор
Бурятский государственный университет (г. Улан-Удэ)

В статье рассмотрены перспективы применения технологии послойной трехмерной печати полимерами, пригодной для промышленного производства деталей и агрегатов, изготавливаемых на данный момент преимущественно из металлов. Наиболее подходящим по свойствам полимером для этих целей является полиамид-имид, имеющий высокие конструкционные свойства. Использование его, скажем, в автоиндустрии, известно давно.

Ключевые слова: наносистемы, наночастицы, полиамид-имид, торлон, полиэфирэфиркетон, послойная трехмерная печать

Keywords: nanosystems, nanoparticles, polyamide-imide PAI, torlon, PEEK, three-dimensional layer-by-layer printing

Общие сведения

То, что полиамид-имид, наиболее прочный полиамид и полимер, может быть заменителем металла в некоторых сферах промышленного производства, известно давно [1].

В наше время все более широкое распространение получают аддитивные технологии и трехмерная печать в частности. Существует различные виды трехмерной печати, в том числе и из металла методом спекания порошка, однако наиболее распространенной и дешевой

является послойная печать. Соединение этого метода печати и полиамид-имида позволит создать эффективную технологию, имеющей преимущества по прочностным характеристикам получаемого изделия и позволяющая производить направленное армирование и модифицирование наночастицами для улучшения термомеханических свойств. Это позволит применять данную технологию в широких областях производства и лабораторного практикума, позволит изменить метод производства многих деталей и агрегатов, изготавливаемых сейчас из металлов. Например, возможна будет печать, скажем, редуктора сразу со всеми деталями в сборе (в т.ч. подвижными), исключая последующий процесс сборки. Замена металлов приведет к значительному снижению веса агрегатов, в т.ч. в транспортных машинах.

На данный момент из полиамид-имида изготавливают детали преимущественно методом литья с последующей механической обработкой, существуют метод трехмерной печати из него методом спекания порошка. При этом затруднено его армирование волокном и модификация наноматериалами.

Полиамид-имид обладает определенными отличительными характеристиками полиамида и полиимида. Владеет прекрасной термической и химической стойкостью, полиамид-имид имеет высокую механическую прочность и теплоемкость, обладает технологичностью переработки.

Уникальность полиамид-имида объясняется невысоким коэффициентом теплового расширения, плохой ползучести, отменными свойствами скольжения, износостойкости. Перечисленные свойства полиамид-имида можно дополнить отличной устойчивостью к возгоранию, высокими температурными показателями при работе на воздухе. Другие отличительные характеристики полиамид-имида — эффективное противодействие к рентгеновскому излучению, солнечным лучам. Материал обладает маленьким коэффициентом растяжения, низким уровнем возгорания. Установленная максимальная температура для работы до 275 градусов, но в исключительных ситуациях, экстренных режимах может работать при более высоких показателях температур с ограничением во времени. Полимерный материал имеет повышенную ударную вязкость [2].

Широкая область использования инженерного пластика полиамид-имида в машиностроении, химической промышленности, газовой промышленности при изготовлении полупроводников и техники для тестирования, в электротехнике и космонавтике, автомобилестроении. Из данного полимера производят огромное количество деталей: втулки, уплотнительные кольца, электроизоляционные детали, шестерни, детали, при функционировании подвергающиеся трению либо скольжению, лопасти, полимер используется для изготовления деталей компрессоров приводных нагнетателей, упорных полуколец подшипников трансмиссии и коленавала, тарелок клапанных пружин и многие другие элементы.

Полиамид-имид — один из самых дорогих полимеров, поэтому как правило, во многих случаях заменяется на аналоги. Основным аналогом полиамид-имида является полиэфирэфиркетон [3]. Полиэфирэфиркетон, так же как и полиамид-имид, применяется в сферах, где необходимы улучшенные свойства устойчивости к высоким температурам или устойчивость к химически агрессивной среде, также используется при сильных радиоактивных излучениях и электрических нагрузках. Его применение стало традиционным в аэрокосмической, химической и ядерных областях. Благодаря своей универсальности в использовании полиэфирэфиркетон часто применяется в производстве оборудования с высокотехнологичной составляющей механизмов в разных областях промышленности. К таким областям можно отнести автомобильную, нефтяную, химическую, фармацевтическую, газовую, и военную, а так же много других сфер промышленности.

Так как свойства полиэфирэфиркетона схожи со свойствами полиамид-имида, далее вопросы технологии трехмерной печати будут рассматриваться только для последнего.

Преимущества 3D-печати полиамид-имидом перед традиционными технологиями

Рассмотрим более подробно преимущества предлагаемой технологии трехмерной печати перед традиционными методами производства.

1. Технология трехмерной печати позволяет создавать изделия сложной пространственной структуры из высокопрочного термостойкого полимера. Технология, используемая сейчас и обладающая аналогичным параметром — различные виды литья. В отличие от разрабатываемой технологии требуют дорогую оснастку в виде литейных форм, тиглей, прессов и обладают большим энергопотреблением. Но по сравнению с технологией трехмерной печати имеют высокую производительность.

2. Метод при производстве некоторых приборов и агрегатов позволяет создавать (печатать методом послойного наращивания) их в сборе со всеми внутренними деталями, в том числе с подвижными относительно других. Это позволяет ликвидировать последующий процесс сборки изделий. Другие методы производства данным параметром не обладают.

3. Технология позволяет армировать полимер стекловолокнами, углеродными и др. волокнами, наночастицами для увеличения их предела прочности. При этом направление армирования можно задать произвольно и различным для изготавливаемой детали в зависимости от картины механического напряжения в ней. Так же армирование применяется при литье полимеров под давлением, однако обеспечивать различное заданное направление волокон в сложной детали затруднено. Качество такого армирования уступает армированию, произведенному при трехмерной печати, так как требуется простран-

ственное закрепление волокна в форме перед заливкой полимера, что труднодостижимо, особенно в геометрически сложной детали.

4. В связи с тем, что при использовании трехмерной печати отсутствуют отходы материалов, это благоприятно сказывается на экономичности и экологичности производства. Если рассматривать основной аналог трехмерной печати — литье, то при нем требуются большие энергозатраты на плавку всего материала одновременно, что вызывает потери энергии, при литье образуются технологические элементы детали, которые являются отходами или идут на переплавку. Повышенное энергопотребление снижает экологичность и экономичность производства.

Проблемы 3D-печати полиамид-имидом

Полиимиды представляют собой обширное семейство материалов, сильно отличающихся по своим свой-

ствам — от труднообрабатываемых реактопластов до инженерных пластиков с термопластическими свойствами обычных инженерных пластиков (термопластов) [4].

Полиамид-имид, пожалуй, является наиболее сложным материалом с точки зрения термопластичности, который в этом отношении мало отличается от реактопластов [5]. Температура стеклования данного материала (от 260°C) очень близка к его верхней границе рабочей температуры. Так, для полиамид-имида марки «Torlon» компании «Quadrant» максимальная рабочая температура составляет 250°C.

Так как температурные параметры полиамид-имидов плохо отражены в литературе, было решено определить их опытным путем для полимера марки «Арамидил» фирмы «Westinghouse» (табл. 1). Нагрев производился в цилиндрической обечайке в муфельной печи. Температура разложения определялась по интенсивному газообразованию (пузырению) материала и потери им массы.

Таблица 1

№ п.п.	Параметр	Значение
1	Максимальная температура с сохранением основных свойств	240°C
2	Температура текучести	от 325°C
3	Температура термической деструкции и разложения	от 350°C

Как видно из таблицы, разность между температурой начала термической деструкции и разложения рассматриваемого полимера составляет 25°C. Несмотря на столь малую разность, она подтверждает возможность использования полиамид-имида при послойной трехмерной печати.

Выводы

В заключении отметим технические задачи, предъявляемые к трехмерному принтеру для печати полиамид-имидом или полиэфирэфиркетона.

В первую очередь, эти требования относятся к температурным характеристикам головки принтера и его рабочего стола. Высокая температура текучести рассматриваемых полимеров накладывает требования по стойкости

к ней материалов головки, хорошей теплоизоляции нагревательных элементов от механизмов подачи полимерной проволоки и их более интенсивного охлаждения. Зона нагрева должна быть оснащена чувствительным температурным датчиком, позволяющим наряду с системой регулирования и контроля нагревателя поддерживать постоянство температуры, находящейся между температурой деструкции и температурой текучести полимера.

Для создания необходимого для отверждения и препятствия при этом деформации детали градиента температуры в рабочей области принтера накладывается некоторые требования к нагревательному элементу, материалу стола и системы контроля температуры.

В целом, перечисленные задачи успешно решаемы на современном этапе развития техники.

Литература:

1. Санников В. А вместо сердца пластмассовый мотор: пластиковый двигатель // Популярная механика. — 2010. — № 87.
2. PAI (Полиамид-имид) // Высотехнологичные инженерные пластики и изделия из них. URL: <http://apc-group.ru/plastiki/pai-poliamid-imid-t-260s.html> (дата обращения: 11.12.2016).
3. Полимер полиэфирэфиркетон — уникальный материал химической промышленности // Полимер-инфо. URL: <http://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/poliefirfirketon.html> (дата обращения: 12.12.2016).
4. Тугов И. И., Кострыкина Г. И. Химия и физика полимеров. — М.: Химия, 1989. — 430 с.
5. Защита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования и сооружений: Справочник: В 2 т. Т. 2./ Под ред. А. А. Герасименко. — М.: Машиностроение, 1987. — 784 с, ил.

Промышленная автоматизация в России: проблемы и их решения

Картамышева Елена Сергеевна, студент;

Иванченко Дарья Сергеевна, студент

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

В статье исследованы актуальные вопросы промышленной автоматизации в России, выделен ряд проблем, с которыми столкнулась сегодня российская промышленность, рассмотрены векторные направления касательно устранения преград на пути к автоматизации производства, предложен некий алгоритм внедрения автоматизации на отечественных промышленных предприятиях.

Ключевые слова: автоматизация, производство, промышленные роботы, новейшие технологии

В современных условиях непрерывного роста влияния экономических показателей и показателей конкуренции на параметры производства, важную роль играют полученный значительный экономический эффект от автоматизации производства. В конечном итоге технические, технологические, организационные и социальные преимущества использования в производстве промышленных роботов должны материализоваться в повышении показателей экономической эффективности.

В условиях автоматизированного производства актуальной задачей является комплекс мероприятий по разработке прогрессивных технологических процессов и созданию на их основе новых высокопроизводительных машин. Автоматизация повсеместно считается главным, наиболее перспективным направлением в развитии промышленного производства. Благодаря освобождению человека от непосредственного участия в производственных процессах, а также высокой концентрации основных операций, значительно улучшаются условия труда и экономические показатели производства. Автоматизация промышленных производств даёт наибольший эффект в производствах с массовым выпуском продукции и сравнительно трудоёмким технологическим процессом.

Тем не менее, несмотря на безусловную прогрессивность автоматизации в мире и повышенное внимание к ней, внедрение новейших средств автоматизации на российских предприятиях происходит несколько замедленными темпами.

Вопросам разработки автоматизированных систем управления в промышленности посвящён ряд научных работ и публикаций. Вместе с тем, в проводимых работах недостаточно рассмотрены возможности интеллектуализации управления и исследования технических процессов, а также возможности гибкой взаимосвязи параллельных технологических процессов в комплексе общего управления выпуском продукции с учётом формализованных знаний экспертов.

Цель данной работы состоит в изучении и анализе проблемных вопросов в области промышленной автоматизации на современном этапе, а также предложение их решения.

Необходимость и эффективность промышленной автоматизации определяются потребностями управления про-

изводством, что даёт возможность достичь высоких технико-экономических показателей за счёт уменьшения потерь конечного продукта, расходов сырья, топлива, энергии. Эффективные автоматические и автоматизированные системы управления различного уровня дают возможность не только обеспечивать поддержку отдельных технологических параметров на заданном уровне, но и осуществлять оперативное управление с определением оптимальных технологических режимов работы как отдельных объектов, так и технологических комплексов.

Российская промышленность находится не в лучшем состоянии: она требует глубокой модернизации, и другого пути нет. При этом должное внимание должно уделяться автоматизации и, в частности, использованию промышленных роботов, которое не только повышает уровень автоматизации поточного производства, но и позволяет более эффективно использовать технологическое оборудование и на этой основе значительно увеличить производительность труда. Применение роботов также решает проблему обеспечения кадрами на тяжёлых и вредных операциях. Типичные области применения промышленных роботов включают в себя сварку, окраску, глажку, монтаж, подъём и перемещение деталей, паллетизацию, контроль продукции, а также тестирование — все эти операции осуществляются с высокой выносливостью, скоростью и точностью.

Промышленная автоматизация в России претерпевает некоторые затруднения в связи с тем, что коллективы предприятий воспринимают автоматизацию несколько враждебно и настороженно, не рассматривая её как как необходимый и достаточный инструмент производственного цикла, ведь автоматизация производства неизбежно ведёт к сокращению персонала, занятого на производстве; нет чёткого понимания конечной цели автоматизации производства [4, с. 38]. Часто причина торможения внедрения новейших технологий на предприятии кроется в полном или частичном отсутствии компетентных специалистов в области автоматизации.

Представляется также, что проблемой медленного развития процесса автоматизации в нашей стране является несоответствие затрат сил и средств с одной стороны и реальной отдачи с другой, что вызвано просчётами, которые допускаются на этапе такого производства.

Экономический эффект, который достигается от условного освобождения рабочих вследствие замены их промышленными роботами, проявляется в повышении производительности труда, улучшении использования основного технического оборудования, увеличении его сменности и загрузки, а соответственно, в росте годового фонда работы оборудования. Кроме того, сокращение производственных потерь от брака и неравномерности ритма работы в течение смены при ручном обслуживании оборудования или ручном составлении продукции ведёт к росту почасовой и переменной производительности на роботизированном производстве без увеличения площадей и капитальных затрат на дополнительное оборудование.

Во всём мире наблюдается интенсивное развитие робототехники. Созданы и создаются всё новые высокоэффективные конструкции роботов, промышленные контроллеры для массового применения, количество которых неуклонно растёт. История развития промышленных роботов, начиная от первых Unimate и Versatran, насчитывает уже более пятидесяти лет. За это время они доказали свою полезность, целесообразность и эффективность, о чём прямо говорит их непрерывное использование и постоянное совершенствование. Кроме автомобилестроения — первой и уже традиционной отрасли своего использования, промышленные роботы заняли и расширяют всё шире свои ниши и во многих других отраслях. Развитие робототехники обусловлено достижениями в микроэлектронике, сенсорной технике, силовой электронике, приводной технике, особенно электроприводах, микропроцессорной технике. Постоянное развитие промышленности, прежде всего в перечисленных отраслях, привело к достаточному объёму количественных изменений, которые превращаются на наших глазах в новое качество, что позволило говорить о четвёртой промышленной революции — Industry 4.0. При этом, в новом современном производстве промышленные роботы занимают господствующую роль.

Автоматизация производства даёт возможность быстрой перенастройки производства для выполнения технологических функций с определённой производительностью обработки на основе максимального использования вычислительной техники и электроники. В то время, когда существует множество современных компьютерных и информационных технологий, следует использовать их для автоматизации производственных процессов. Это будет способствовать быстрому нахождению оптимальных технологических решений при значительном снижении ресурсоёмкости на производстве. Поскольку компьютерные технологии развиваются быстрыми темпами и ничто не мешает их применению вместе с технологическим оборудованием, участие человека в производственных процессах будет сведено к минимуму [1, с. 3]. Предприятия недалёкого будущего — это полностью автоматизированные цеха с гибкой организацией производства, обслуживаемого группами роботов с единым центром управления.

Для успешной работы производства нужно внедрять стратегический план автоматизации производственных процессов на российских предприятиях.

Сначала следует провести исследование с целью выяснить, что требует замены, какое оборудование нужно внедрить, каким образом можно увеличить производительность предприятия. Необходимо составить схему автоматизации, разработать программы, которые будут призваны помочь реализовать алгоритмы управления для каждой конкретной единицы оборудования.

Сегодня существует множество систем для автоматизации производственных процессов. Выбирая систему для предприятия важно выбрать класс системы, например, ERP-системы могут быть установлены на промышленных предприятиях; производителя системы; специалиста по внедрению системы (разработчик или консультант). Преимуществом является сотрудничество с разработчиком, которое заключается в учёте специфических бизнес-процессов и их «воспроизведение» в автоматизированных системах управления для производства.

К основным компьютерным технологиям автоматизации производственных процессов относятся системы CAPP (Computer Aided Process Planning — планирование технологических процессов с использованием компьютерных программ или автоматизированная технологическая подготовка), предназначенная для построения последовательности технологических операций и оформления технологической документации в виде операционных и маршрутных карт [3, с. 22]; системы CAD (Computer Aided Design — конструирование с использованием компьютерных программ), которые содержат модули моделирования трёхмерной сварной конструкции (детали), оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т.д.); ERP-система, задача которой состоит в идентификации и планировании всех ресурсов производства, необходимых для продажи, производства, закупок, учёта в процессе выполнения клиентских заказов [2, с. 15].

По завершению необходимо решить вопрос поставок необходимого оборудования, обеспечить проведение его пусконаладки по заранее и строго определённым приоритетам.

Решая вопрос об автоматизации производства, целесообразно уяснить, что внедрение средств автоматизации преследует цель качественно улучшить производственный процесс: промышленные роботы не просто должны заменить человека или имитировать его действия, но и выполнять производственные функции быстрее и качественней. Также необходимо рассмотреть на предмет тщательной проработки все важнейшие компоненты производственного процесса — технологии, объекты производства, вспомогательное оборудование, системы управления и обслуживания. И промышленные роботы, и автоматизированные системы управления следует внедрять с учётом прогресса технологии и конструкции и в комплексе приспосабливаться к требованиям производства.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что одной из основных проблем в современной промышленности является повышение эффективности производства. Эта проблема может быть решена на основе создания и внедрения прогрессивной технологии и высокоэффективной техники, новых машин и аппаратов, а также совершенствования существующих. На современном уровне развития технологии и техники ставится задача максимальной оптимизации и производительности процессов, решение которой должно обеспечить максимальный технологический эффект при минимальных затратах. Этого можно достичь используя современные системы автоматизации производственных процессов, в частности: система САРР, система САД, система ERP и другие. Использование данных систем

для автоматизации производственных процессов позволит работать с повышенной эффективностью и результативностью.

Россия может и должна вернуть себе статус мирового промышленного государства, для этого необходимо обладать перспективными направлениями и технологиями. Специфика создания любой новой продукции состоит в том, что проектируется только то, что можно изготовить. Новейшее оборудование является основой для создания новейших технологий. Отказ от планомерного промышленного регулирования, прямого «взращивания» инновационных проектов приводит к отказу и от современных промышленных производств: судостроения, космической сферы, скоростного железнодорожного транспорта, современных систем вооружений.

Литература:

1. Исаев В. Б. Эффективность АСУТП // Автоматизация в промышленности. — № 3, 2016. С. 35–37.
2. Конюх В. Л. Проектирование автоматизированных систем / В. Л. Конюх // Методические указания к лабораторному практикуму и выполнению курсовой работы. — Новосибирск: НГТУ. 2008. — 39 с.
3. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования. Учеб. для вузов. — М: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 360 с.
4. Тетерятников К., Козенкова Т. Проблемы реиндустриализации в России и возможные пути их решения // Финансовая жизнь. — № 2, 2014. — С. 35–42.
5. Шестаков Н. В., Мишин С. П. Повышение эффективности промышленных предприятий России за счёт переноса решений в автоматизации // Автоматизация в промышленности. — № 3, 2016. С. 3–5.

Технологии, способствующие повышению энергоэффективности объектов строительства: аккумулирование теплоты

Кириллова Екатерина Дмитриевна, магистрант;
Казанцева Ирина Олеговна, магистрант
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Данный обзор посвящен проблеме сохранения энергии, производимой в периоды наименьшего её использования. Приводится классификация систем аккумулирования теплоты. Описываются общие принципы, на которых построен процесс сохранения теплоты, а также рассматриваются конструктивные особенности некоторых систем с фазопереходными теплоаккумулирующими материалами (ТАМ) для улучшения теплопроводящих свойств в теплообменниках.

Ключевые слова: энергоэффективное строительство, тепловой аккумулятор, фазовый переход

В настоящее время, исходя из соображений рационального использования энергетических ресурсов Земли и минимизации вреда окружающей среде — соблюдению основных принципов Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты» [1] — возрастает потребность в проектировании с использованием возобновляемых или вторичных энергоресурсов [2, 3, 4]. Вышеназванный закон основывается на принципах стимулирования энергосбе-

режения и рационального использования энергетических ресурсов. По данным [5] на 2007 г. известно, что в России потребляется около полутора миллиардов тонн у.т. в год, причем около 40% этой энергии используется в системах теплоснабжения. Запасы топливных энергоресурсов (природного газа, нефти, угля) ограничены. Все это сопровождается пагубным воздействием на экологию. В то же время существует проблема переизбытка производимой в ночное время электроэнергии, так как генерация электроэнергии происходит непрерывно [6, 7]. Аккумуля-

лирование электричества с помощью электрохимических аккумуляторов представляется довольно дорогостоящим процессом. Кроме того в России на данный момент не часто встречается использование такого практически неисчерпаемого ресурса как солнечная энергия.

Использование возобновляемых источников энергии приведет к увеличению энергоэффективности строящихся объектов, а также позволит значительно уменьшить загрязнение окружающей среды.

Как известно, к мероприятиям по повышению эффективности использования энергии у потребителя относят переход на более совершенные и менее энергоемкие технологии, использование вторичных энергетических ресурсов, а также выравнивание временных несоответствий между производимой энергией и потребностями в ней [8]. В связи с этим возникают вопросы, связанные с возможностями хранения запасаемой энергии.

В [9] рассматривается использование солнечной энергетической установки с аккумулятированием энергии в условиях климата Новосибирска (55 град.с.ш.), что возможно при использовании сезонного аккумулятирования, либо с помощью дополнительного источника теплоты. Автор описывает систему с грунтовым аккумулятором. Сделаны выводы о том, что Южная Сибирь является перспективным районом для внедрения в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения тепловых накопителей. Приведены результаты наблюдения за объектом строительства — индивидуальным жилым домом. Отсутствует математическая модель расчета, которая бы позволяла найти минимальную глубину скважины исследуемой конструкции аккумулятора.

Под накопителями теплоты понимают установки, позволяющие накапливать теплоту в течение периода заряда, а затем передавать основную ее часть нагрузке в течение периода разряда [6]. Аккумулятирование теплоты способствует сглаживанию скачков графика использования энергии по времени. Теплота может накапливаться в системе в том случае, если происходит изменение удельной внутренней энергии или удельной потенциальной (если удельная внутренняя энергия рабочего тела выше, чем окружающей среды) [8].

Любой тепловой аккумулятор (ТА) хранит теплоту во всем объеме, а теряет ее со своей внешней поверхности. Поэтому при прочих равных условиях тепловые потери, отнесенные к единице объема аккумулятора, а именно они определяют качество хранения теплоты, будут обратно пропорциональны линейному размеру ТА, и для очень больших аккумуляторов эти удельные потери могут оказаться весьма небольшими.

Существующая классификация систем аккумулятирования теплоты [10]:

По природе аккумулятирования:

- однофазные;
- аккумуляторы с фазовым переходом;
- аккумуляторы, использующие энергию химических обратимых реакций.

По уровню рабочих температур:

- низкотемпературные (до 100 С°);
- среднетемпературные (от 100 до 400 С°);
- высокотемпературные (более 400 С°).

По продолжительности периода заряда-разряда:

- краткосрочные (до 3-х суток);
- со средним сроком хранения (до 1 месяца);
- сезонные (до полугода).

Кроме того по конструкции фазопереходные накопители бывают [11]:

- последовательного включения;
- параллельного включения;
- с тепловыми трубами.

Вид, конструкция и стоимость ТА существенно зависит от желаемой длительности хранения теплоты. Дело в том, что энергетическая ценность теплоты зависит от температуры, при которой она может быть отдана [6]. Для этого тепловой накопитель должен иметь наиболее высокую плотность запасаемой энергии. Данное свойство характерно для аккумуляторов с фазопереходными ТАМ.

Используемые материалы в фазопереходных накопителях теплоты — это, в основном, гидраты солей и парафины C_nH_{2n+2} [12]. Характеристики и свойства органических и неорганических материалов, применяемых в тепловых накопителях с фазовым переходом (ФП), описаны в [12, 13], а также в [12] детально рассмотрены положительные и отрицательные стороны парафинов. Сделаны выводы о высокой перспективности парафинов в данной области. Множество исследований [14, 15, 16, 17] посвящено выявлению теплоаккумулятирующих материалов (ТАМ) с требуемыми свойствами [8, 18].

Отсутствие четкого представления о методах расчета фазопереходных аккумуляторов до сих пор приводит к сдерживанию их производства. В [19] приводится аналитический расчет с использованием безразмерных критериев Био, Стефана, Фурье, в [20, 21, 22] получены уравнения безразмерного времени процессов заряда, безразмерной температуры и безразмерной толщины слоя ТАМ, претерпевающего ФП. В [21] приводится аналитическое описание процессов, происходящих в ТА при ФП. Рассматриваются формулы, включающие безразмерные величины, которые позволяют оценить работу аккумулятора теплоты теоретически на основе применения скорости передвижения границы ФП; определить эксергетическую эффективность системы, определяемую эксергетическим КПД. Рассматриваются зависимости эксергетического КПД от скорости передвижения границы ФП, зависимости скорости от времени. В [23] доступно объясняется различие этих двух величин: эксергетического и энергетического КПД. В основу эксергетического анализа положено второе начало термодинамики, в основу энергетического — первое. Суммарный эксергетический КПД теплового накопителя можно определить произведением трех составляющих: на этапе заряда, на этапе хранения и разряда [24], которые, в свою оче-

редь, можно определить с помощью зависимостей, приведенных в [11]:

$$\psi\Sigma = \psi c * \psi st * \psi d,$$

где $\psi\Sigma$ — суммарный эксергетический КПД, ψc — эксергетический КПД на этапе заряда, ψd — эксергетический КПД на этапе разряда, ψst — эксергетический КПД на этапе хранения.

На этапе хранения эксергетический КПД по величине будет равен энергетическому [24].

Для фазопереходных тепловых накопителей возможно введение высокотеплопроводных инклюзивов в ТА. В [25] исследуются теплообменные процессы в слоях ТАМ с учетом теплофизических свойств и геометрической формы таких элементов; выведены формулы для расчета коэффициента эффективности в зависимости от соотношения между теплофизическими свойствами и геометрическими параметрами, теплового потока через боковые поверхности высокотеплопроводных включений. Результаты, полученные на основе исследования [25], говорят о высокой эффективности применения таких элементов при конструировании тепловых аккумуляторов с ФП. Плотность теплового потока q при наличии высокотеплопроводных включений может увеличиться в десятки раз, а время процесса плавления — в сотни раз.

Также на интенсивность теплообмена теплового аккумулятора влияет наличие разрезного орebrения у цилиндрического источника. Экспериментальное исследование и критериальные зависимости описываются в [26].

В данной статье приведен обзор источников, посвященных проблеме повышения энергоэффективности в строительстве. Представлены возможности разрешения этой проблемы посредством систем аккумулирования теплоты. Рассмотрены некоторые конструктивные особенности тепловых аккумуляторов, положительно влияющие на теплопроводящие свойства ТАМ.

В настоящее время на кафедре гидравлики СПбПУ Петра Великого проводится исследование на тему «Оценка характеристик фазопереходного теплового накопителя для систем теплоэнергоснабжения». Данная обзорная статья является частью этого исследования. Целью работы: определение объема фазопереходного теплового накопителя для нужд системы отопления образовательного учреждения в г. Валдай. Для этого решены следующие задачи: рассчитано количество теплоты от солнечной радиации, поступающей на солнечные коллекторы; рассчитано необходимое количество теплоты на теплоснабжение исследуемого объекта для схемы с сезонным ТА; выбрана конструкция ТА.

Литература:

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты».
2. H. Ibrahim, A. Ilinca, J. Perron. Energy storage systems — Characteristics and comparisons // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2008. — № 12. — С. 1221–1250.
3. Аллахвердян Н.Л. Аккумуляторы тепловой энергии и их применение // *Молодой ученый*. — 2016. — № 8. — С. 174–176.
4. В. В. Остапенко, А. В. Лукьянов, В. Д. Александров, Ш. К. Амерханова, О. В. Соболев, С. А. Фролова. Анализ систем гелиотеплоснабжения с аккумуляторами теплоты фазового перехода // *Збірник наукових праць ДонІЗТ*. — 2014. — № 39. — С. 107–110.
5. Шишкин Н. Д. Эффективное использование возобновляемых источников энергии в автономных теплоэнергетических комплексах // Астрахань: Пром. теплотехника, 2007 — С. 107–113.
6. Сошинов А. Г., Угаров Г. Г. Накопители энергии в электроэнергетических системах. Учеб. пособие / ВолгГТУ, РПК «Политехник», 2007. — 106 с.
7. Тарифы на электроэнергию — как рассчитать? // *Obelektrike*. URL: <http://obelektrike.ru/posts/tarify-na-elektroenergiju-kak-rasschitat/> (дата обращения: 15.12.2016).
8. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. — М.: Пер. в с англ. Мир, 1987. — 271 с.
9. Савельев Е. Г., Рохлецова Т. Л. Опыт применения солнечной энергии и грунтового аккумулятора в условиях Юга Сибири // *Известия вузов. Строительство*. — 2014. — № 11. — С. 55–60.
10. Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. — Киев: Наукова думка, 1999. — 314 с.
11. Куколев М. И. Основы проектирования тепловых накопителей энергии // Петрозводск: ПетрГУ, 2001. — 240 с.
12. Альбинская Ю. С., Усачев С. М., Ресснер Ф., Рудаков О. Б. Направления создания микрокапсулированных теплоаккумулирующих материалов с фазовым переходом // *Научный Вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета: физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения*. — 2013. — № 2 (7). — С. 21–28.
13. Будлянский с. В., Редько А. Ф., Чайка Ю. И. Сравнение теплоаккумулирующих материалов с фазовым переходом для систем солнечного теплоснабжения. // *Энергосберегающие технологии теплогазоснабжения, строительства и муниципальной инфраструктуры*. — 2013. — № 1. — С. 41–44.

14. Laïdi K., Mesalhy O. M., Shaikh S. Experimental Study on the Influence of Foam Porosity and Pore Size on the Melting of Phase Change Materials // Chemical and Materials Engineering Faculty Publications, Department of Chemical and Materials Engineering. — 2007. — № 102. — С. 19–26.
15. John S. Best, William J. McMillan, Heat or thermal energy storage structure — 1977.
16. Zalba B., José M Marín, Cabeza L. F., Mehling H. Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications // Applied Thermal Engineering. — 2003. — № 3. — С. 251–283.
17. Zalba B., José M Marín, Cabeza L. F., Mehling H. Review on thermal energy storage with phase change materials (PCMs) in building applications // Applied Energy. — 2012. — № 1. — С. 593–605.
18. Zalba B., José M Marín, Cabeza L. F., Mehling H. High-temperature phase change materials for thermal energy storage // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2009. — № 14(3). — С. 955–970.
19. Богословский В. Н., Лихтенштейн Э. Л., Манасыпов Р. Р. Расчет аккумуляторов тепла с фазовым переходом в элементах канонической формы // Изв. вузов: Строительство и архитектура. — 1985. — № 12 — С. 78–83.
20. Куколев М. И., Кукелев Ю. К. Расчет процессов заряда и разряда в тепловом накопителе энергии (Часть II) // Resources and Technology. 2003. № 4. С. 68–72.
21. Куколев М. И., Кукелев Ю. К., Луценко Л. А. Аналитические формулы для проектирования теплоаккумулирующих систем. — Труды лесоинженерного факультета ПетрГУ. — 1999. — С. 62–67.
22. Де Лусия М., Бежан А. Термодинамика процесса аккумуляции энергии при плавлении в режиме теплопроводности или естественной конвекции // Современное машиностроение. Серия А. — 1990. — № 11. — С. 111–117.
23. Rosen M. A., Hooper F. C., Barbaris L. N. Exergy Analysis for the Evaluation of the Performance of Closed Thermal Energy Storage Systems. — J. Sol. Energy Eng — 1988 — С. 255–261.
24. Боровков В. М., Куколев М. И., Чаховский В. М., Кукелев Ю. К. Оценка термодинамической эффективности тепловых накопителей энергии с плавящимися теплоаккумулирующими материалами // Надежность и безопасность энергетики. — 2008. — № 2. — С. 56–58.
25. Цымбалюк Ю. В., Аналитическое исследование теплообмена в слоях теплоаккумулирующего материала фазопереходных тепловых аккумуляторов. — Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал // Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ». — 2015. — № 1 (11). — С. 56–62.
26. Горобец В. Г., Трепутнев В. В. Теплообмен и движение межфазной границы при плавлении теплоаккумулирующего материала около горизонтального теплового источника с разрезным оребрением // ТВТ. — 1995. — № 4. — С. 588–593.

Оценка надежности календарного планирования строительства инженерных сетей на основе метода критической цепи и метода критического пути

Кирилова Алена Сепералиевна, студент;
Карабейникова Анна Владимировна, студент;
Софронеева Сайына Николаевна, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Современное строительное производство — сложная вероятностная система. Управление системой такого порядка приводит на практике к тому, что сплошь и рядом основные показатели строительства — продолжительность и стоимость, производительность труда и расход ресурсов — значительно отклоняются от планируемых.

Строительство инженерных сетей и систем трудоемкий процесс, требующий серьезной проработки как на стадии планирования и проектирования, так и в процессе производства строительно-монтажных работ. Любые ошибки и неточности приводят зачастую к серьезному удорожанию проекта, как для подрядчика, так и для заказчика. В частности, огромное влияние на продолжительность строительного производства оказывают: низкое качество используемых материалов и их несвоевременная поставка на строительную площадку [1, с. 160], проблема передачи фронта работ, ведущая к запаздыванию выполнения последующих задач, нарушение технологии выполнения работ, вследствие чего затраты основного времени на устранения брака. Поэтому приступая к работам по строительству инженерных сетей и систем необходимо максимально минимизировать риски, влияющие на эффективность производства.

Снижение риска несвоевременности выполнения работ можно осуществить за счет учёта изменения подхода к календарному планированию, т.е. совершенствования классических методов и применения новых.

Так в планировании строительных проектов популярность приобретает метод критической цепи (МКЦ), который базируется на теории ограничений, предложенной израильским ученым Элияху Моше Голдраттом.

Этот метод является альтернативой методу критического пути (МКП), в основе которого лежат ограничения по времени, предопределенные исключительно технологическими связями задач. При этом никак не учитывается зависимость элементов с точки зрения их исполнителя. В случае если ресурс занят на одном некритическом пути, а параллельно его работа требуется и на другом некритическом пути, провоцируется опоздание, которое приводит к изменению критического пути. Т. е. даже если элементы в составе проекта не связаны технологически, они могут оказаться зависимы от одного ресурса. Связи элементов с точки зрения и технологии, и исполняющего ресурса учитываются в критической цепи. Э. Голдратт определяет ее, как самую длинную цепь, состоящую из отрезков, зависящих от пути, и отрезков, зависящих от ресурса [2, с. 400].

Основное отличие метода критического пути от метода критической цепи состоит в том, что в критическом пути неопределенность учтена внутри каждой задачи, а в критической цепи — вынесена отдельно в конец проекта, так называемый буфер проекта (резерв времени), при этом продолжительность задач сокращается на 50%.

Методика оценки надежности выполнения календарного плана по методу критической цепи, может базироваться на функции бета-распределений плотности вероятностей случайной величины [3, с. 183, 4, с. 520] с учетом воздействия управляющих решений.

Рассмотрим пример выполнения комплекса работ по монтажу инженерных сетей. При расчете методом критической цепи, используя нормативные трудоемкости, продолжительность выполнения работ составило 280 дней (рисунок 1,2). Учитывая все возможности организации и управления производством, а также самые благоприятные условия выполнения строительно-монтажных работ, продолжительность может быть сокращена на 50% и составит 140 рабочих дней. Если учитывать, что нормативная трудоемкость соответствует среднему статистическому значению и, соответственно, математическому ожиданию, то значение максимально возможного срока окончания этапа работ составляет 490 дней, по формуле:

$$T_{мо} = \frac{b\xi + b + 3a}{\xi + 4}, \tag{1}$$

где b — максимально возможный срок окончания этапа работ; ξ — параметр функции, учитывающий эффективность функционирования системы управления ($\xi=1$); a — минимально возможный срок окончания этапа работ.

При максимальных усилиях системы управления, значение параметра $\xi=0$. Тогда математическое ожидание продолжительности выполнения работ при $a=140$ и $b=490$, составит 228 дней. Применяя теорию ограничений системы и метод критической цепи Э. М. Голдратта для данной системы выполнения строительно-монтажных работ, следует ориентироваться на срок 228 дней в виде математического ожидания как установочный срок для исполнителей.

Вероятность выполнения комплекса работ при заданных оптимистических и пессимистических оценках любого срока, можно вычислить по выражению [5, с.67, 6 с.47].

$$p(T) = 0,5\alpha^{\xi+1} [\alpha^2(\xi+1)(\xi+2) - 2\alpha(\xi+1)(\xi+3) + (\xi+2)(\xi+3)], \tag{2}$$

где $p(T)$ — вероятность выполнения работ в срок T ;

$$\alpha = \frac{T-a}{b-a}, \tag{3}$$

Теперь для $\xi=1$ имеем $p(228) = 0,26$ и $p(280)=0,523$.

При $\xi=0$ получаем $p(228) = 0,58$ и $p(280)=0,784$.

Использование уменьшенного на 50 % срока выполнения работ при расчете надежности системы в целом показал неплохой результат, что позволяет оценить положительный эффект применения метода критической цепи как инструмента, используемого при календарном планировании, однако необходимо соблюдение условий максимальной эффективности функционирования системы управления.

Если рассматривать данный метод с точки зрения технологии, то обнаружится ряд неприемлемых факторов. В строительстве самым распространенным способом сокращения продолжительности работ при условии нормальной выработки бригады является увеличение ее численного состава. Но с точки зрения организации производства, фронты работ имеют фиксированный объем, и бесконечное увеличение состава бригад нецелесообразно.

Был произведен расчет оптимального количества рабочих при строительстве инженерных сетей методом критического пути и методом критической цепи (рисунок 1,2). Продолжительность выполнения работ по МКП составила 279 дней, а по МКЦ — 142 дня, что примерно 50 % от МКП. Используя суммарную трудоемкость, рассчитанную по существующим нормативам и равную 3625,11 чел/ч, определим количество рабочих, необходимых для выполнения строительно-монтажных работ по монтажу инженерных систем для МКП и МКЦ.

где $N_{цел}$ — количество рабочих, необходимых для выполнения работ; $T_{нр}$ — суммарная нормативная трудоемкость; $T_{пр}$ — продолжительность выполнения всех работ по монтажу инженерных сетей.

Количество рабочих, необходимых для выполнения работ по МКП:

$$N_{цел} = \frac{3625,11}{279} = 13 \text{ чел.},$$

что составляет примерно 2 бригады по 6 человек в каждой.

Количество рабочих, необходимых для выполнения работ по МКЦ:

$$N_{цел} = \frac{3625,11}{142} = 26 \text{ чел.},$$

что составляет примерно 5 бригады по 6 человек в каждой, что нецелесообразно с точки зрения размера фронта работ.

$$N_{цел} = \frac{T_{нр}}{T_{пр}}, \tag{4}$$

Таким образом, вследствие несоответствия производственным требованиям, метод критической цепи не может применяться с сокращением продолжительности работ на 50%. При пересчете процедуры, было получено оптимальное сокращение (из расчета 3 бригады по 6 человек) — 38%.

Использование метода критической цепи с сокращением срока продолжительности выполнения работ на 50%, приводит к повышению надежности системы, при условии максимальной эффективности аппарата управления, что позволяет оценить положительный эффект применения метода критической цепи как инструмента, используемого при календарном планировании.

Однако, применяемая в чистом виде методика Э. М. Голдратта для решения проблемы несвоевременности выполнения работ при строительстве инженерных сетей, требует адаптации, в частности, необходим индивидуальный подход

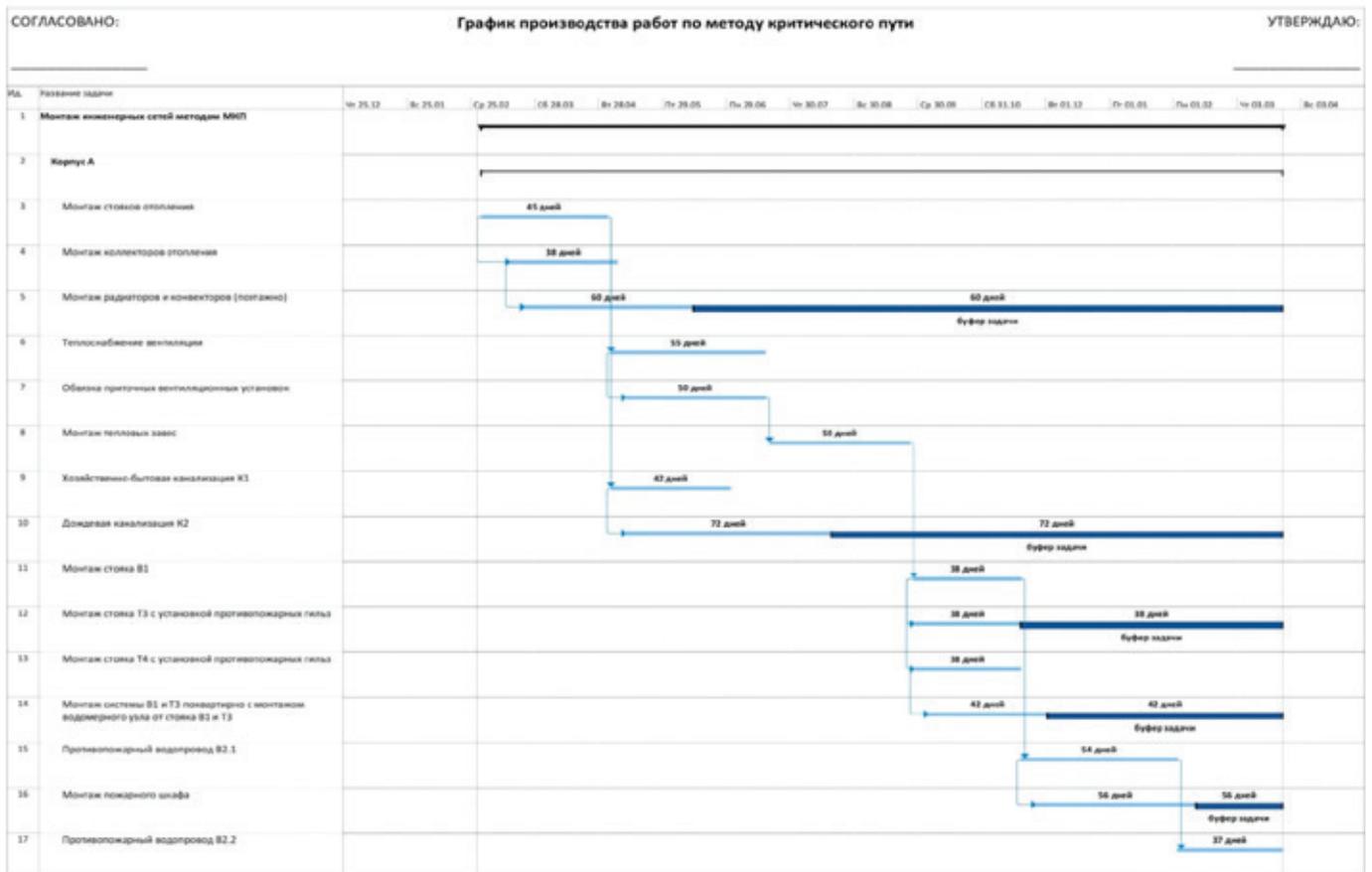


Рис. 1. Календарный график строительства инженерных сетей методом критического пути

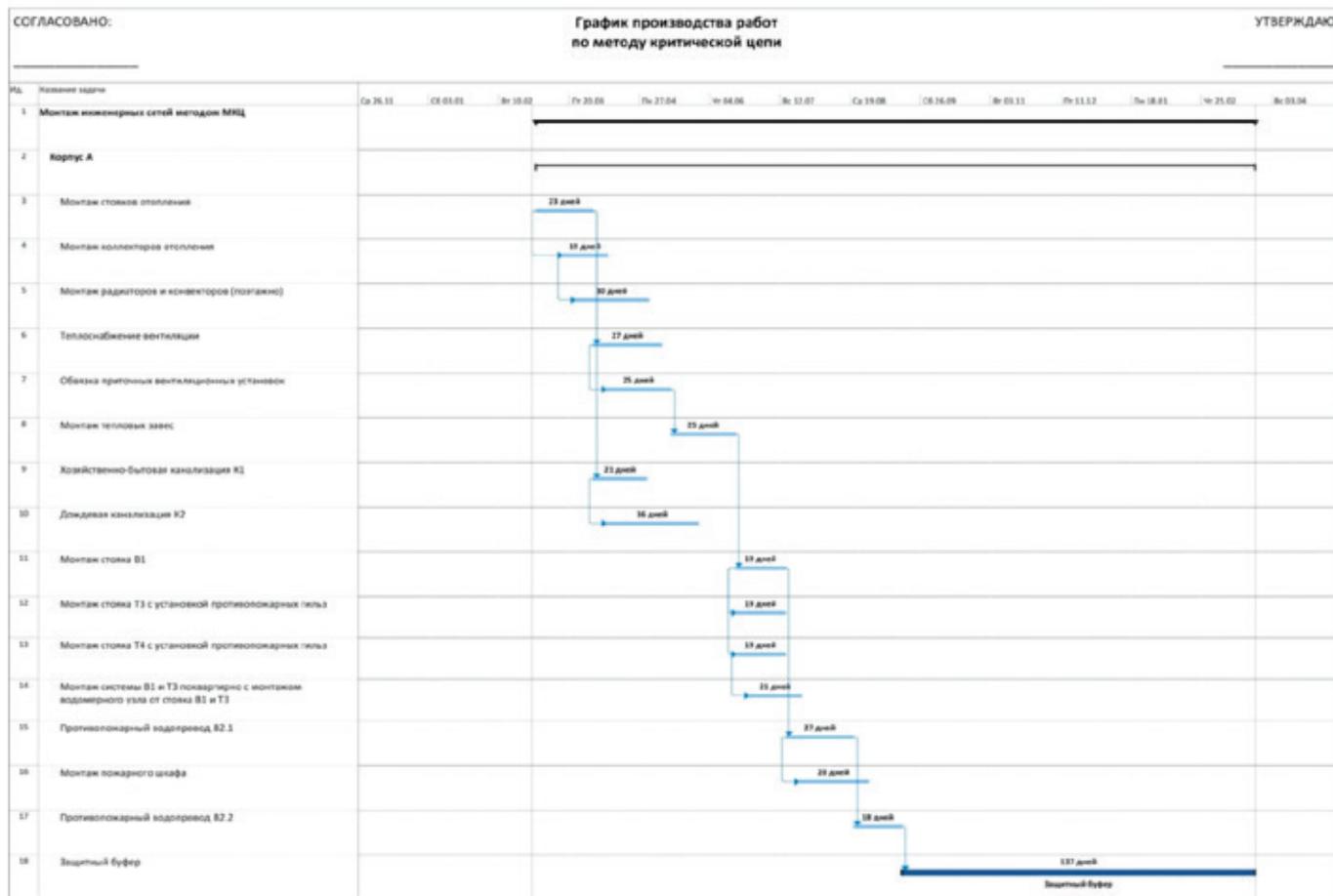


Рис. 2. Календарный график строительства инженерных сетей методом критической цепи

и корректировка с учетом особенностей строительных процессов каждого объекта, что способствует получению высокого результата от применения данной теории.

Литература:

1. Морозова Т. Ф., Косилов И. А., Кирилова А. С. Оценка организационно технологической надежности моделей выполнения монолитных работ на типовом этаже // Региональные аспекты развития науки и образования архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В. Б. Федосенко. — Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015 г. — С. 160.
2. Элияху М. Голдратт, Джефф Кокс. Цель. Процесс непрерывного совершенствования. — Минск: Попурри, 2014. — 400 с.
3. S. K. Au, J. Ching and J/L/ Beck. Application of subset simulation method to reliability benchmark problems // № 3. 2007. — С. 183.
4. Rowinski L. Organizacja procesow budowlanych // Warszawa: PWN, 1979. — С. 520.
5. Байбурин А. Х., Головнев С. Гю. Оценка качества строительно-монтажных работ на основе показателей надежности // Известие вузов. Строительство. — 1998. — № 2. — С. 67.
6. Крылов Э. И. Основные принципы оценки эффективности инвестиционного проекта // СПбГУАП. — 2003. — С. 47.

Негативное воздействие токов высших гармоник на элементы системы электроснабжения

Коваленко Дмитрий Валерьевич, ассистент;
Плотников Дмитрий Игоревич, студент;
Шакенов Евгений Ербулатович, студент;
Кулинич Илья Олегович, студент
Омский государственный технический университет

В идеальной электроэнергетической системе (ЭЭС) энергия должна передаваться при неизменных во времени номинальных значениях частоты и напряжения. В реальных энергосистемах эти условия не выполняются, т.к. большинство потребителей электроэнергии имеют нелинейный характер нагрузки.

Отклонения кривых тока и напряжения от синусоидальной формы обычно представляют с помощью гармонических составляющих.

Гармоники можно разделить на следующие группы: основная — гармоника сетевой частоты (в России — 50 Гц) [1]; высшие гармоники — они превышают частоту основной в n раз, т.е. $3n$, $5n$ и т.д.; субгармоники — они меньше частоты основной в n раз, т.е. $n/3$, $n/5$; интергармоники — составляющие колебаний, которые не кратны основной частоте сети.

Следует различать гармоники в установившихся (стационарных) режимах, когда форма кривой не изменяется, и гармоники в переходных (нестационарных) режимах, когда форма кривой существенно меняется от цикла к циклу.

Важной характеристикой, определяющей форму кривой, является угол сдвига фаз гармоники по отношению к гармонике основной частоты.

Одни и те же гармоники от различных источников могут производить различный эффект в зависимости от их относительного положения. В свою очередь, эффекты, вызываемые гармониками, можно разделить на эффекты от кратковременного и от длительного воздействия.

Эффекты кратковременного воздействия:

- Искажение формы питающего напряжения;
- Эффект гармоник, кратных трем (в трехфазных сетях);
- Падение напряжения в распределительной сети;
- Резонансные явления на частотах высших гармоник;
- Наводки в телекоммуникационных и управляющих сетях;
- Повышенный акустический шум в электромагнитном оборудовании;
- Вибрация в электромашинах.

Эффекты длительного воздействия:

- Нагрев и дополнительные потери в электрических машинах;
- Дополнительные потери в шинпроводах;
- Нагрев конденсаторов, входящих в состав батарей (БСК);

— Нагрев кабелей распределительной сети.

Таким образом, можно сделать вывод, что основными формами воздействия высших гармоник на системы электроснабжения являются: увеличение напряжений и токов в СЭС вследствие возникновения резонансов на частотах гармоник; снижение эффективности процессов генерации, передачи, распределения, преобразования и потребления электроэнергии; старение изоляции электрооборудования, что влечет за собой повышенный износ и сокращение срока службы; ложные срабатывания устройств релейной защиты и автоматики.

Для иллюстрации одного из негативных влияний высших гармоник, а именно искажения формы кривой напряжения, рассмотрим следующий пример. В качестве исходных данных и упрощения теоретических выкладок рассмотрим систему электроснабжения, изображенную на рис. 1, потребители которой (S_1 и $S_{\text{нн}}$) получают питание от генератора через трансформатор по кабельной линии. Отметим, что потребитель S_1 является спокойной (линейной) нагрузкой, а потребитель $S_{\text{нн}}$ — нелинейная нагрузка (12-пульсный выпрямитель).

Для создания имитационной модели составляются схемы замещения СЭС на основной частоте (рисунок 2а) и на частотах высших гармоник (ВГ) (рисунок 2б) [3].

При составлении схемы замещения на основной гармонике (50 Гц) принимаются следующие допущения, позволяющие упростить решение задачи. Генератор и понижающий трансформатор представляется источником ЭДС напряжением 0,38 кВ и комплексным сопротивлением источника $Z_{\text{н}}$, равным 10^6 Ом. Линейная и нелинейная нагрузки представляются комплексными сопротивлениями. Модуль комплексного сопротивления линейной нагрузки составляет $Z_1 = 24768$ Ом, а нелинейной — зависит от частоты (т.е. оно различно для каждой из гармоник).

Схема замещения на высших гармониках представляет собой источник тока, комплексные сопротивления всех нагрузок и внутренне сопротивление источника тока (причем схем замещения существует столько, сколько у нас гармоник в сети; покажем для краткости одну из них, так как остальные схемы замещения аналогичны рассматриваемой, отличаются они только параметрами). Частота источника тока равна произведению основной частоты на номер соответствующей гармоники сети, т.е. $I_{11} = 11 \cdot 50 = 550$ Гц, $I_{13} = 13 \cdot 50 = 650$ Гц и т.д. для каждой гармоники. Величины сопротивлений также зависят от номеров гармоник.

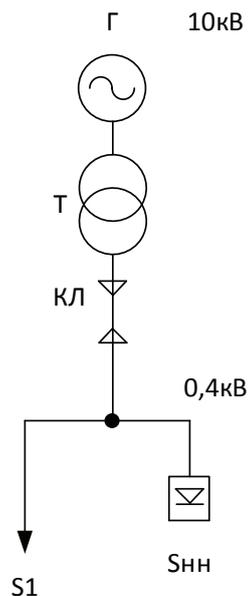


Рис. 1. схема СЭС

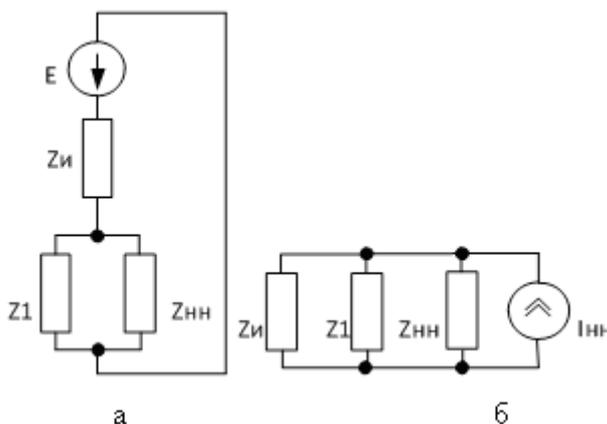


Рис. 2. Схема замещения СЭС рис. 1 на основной (а) и высших (б) гармониках

Для наглядного представления искажения синусоидальности кривой напряжения в программном комплексе MATLAB-Simulink была собрана имитационная модель рассматриваемой СЭС, показанная на рис. 3 [4].

На рис. 4 представлена осциллограмма трехфазного напряжения на источнике. Можно сделать вывод, что форма питающего напряжения имеет синусоидальный характер, искажения отсутствуют (причем это справедливо для всех трех фаз).

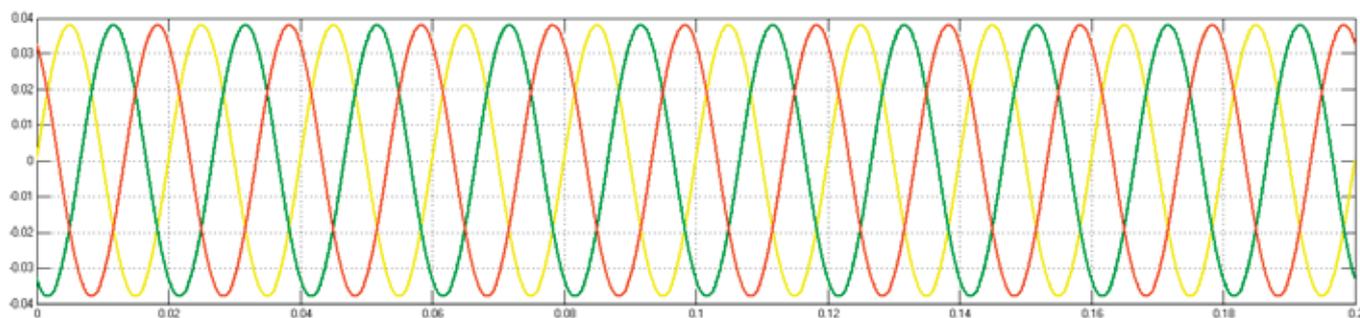


Рис. 4. Форма питающего напряжения СЭС

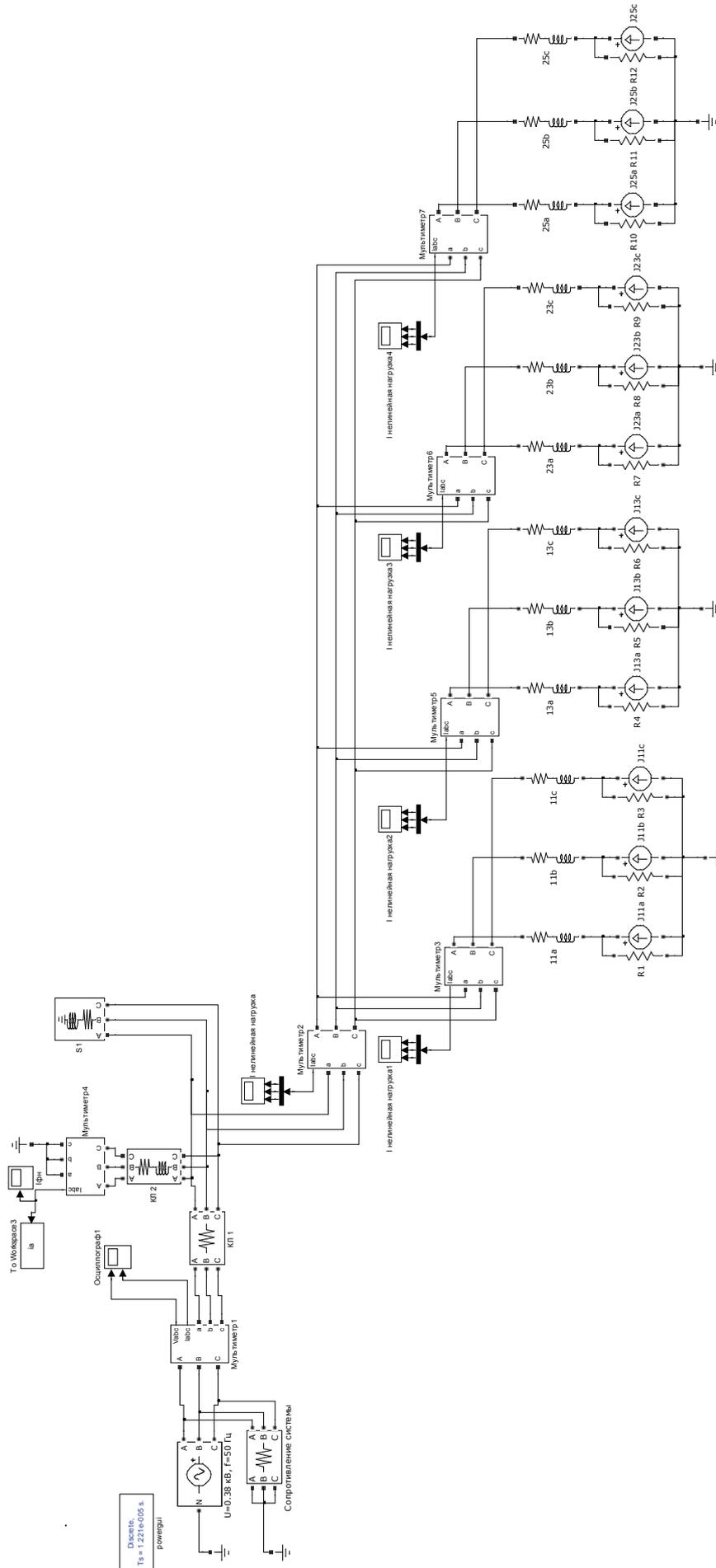


Рис. 3. Имитационная модель СЭС, представленной на рис. 1

В точке подключения нелинейной нагрузки к системе форма напряжения существенно изменяет свой характер из-за того, что происходит наложение высших гармоник

на синусоидальное напряжение источника. Происходит искажение формы кривой напряжения в системе, что и показывает нам рис. 5.

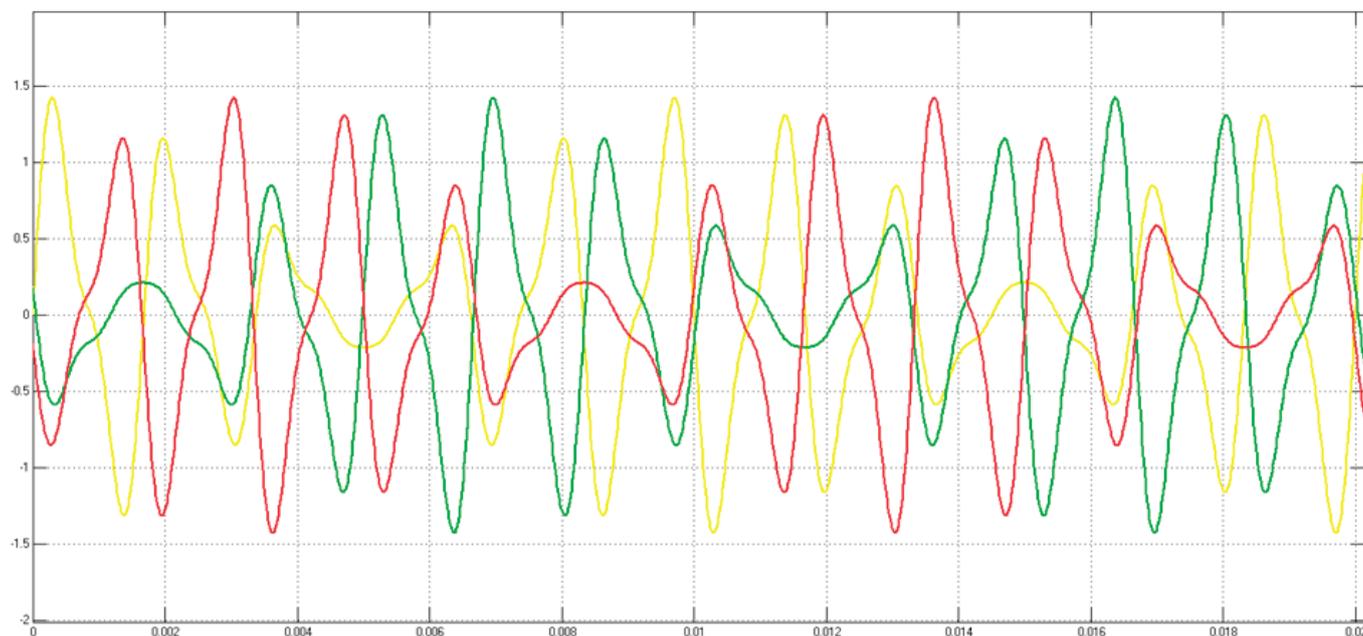


Рис. 5. Наложение высших гармоник на основную синусоиду источника

Источниками гармоник в СЭС являются: силовое электронное оборудование, статические преобразователи частоты, выпрямительные установки, дуговые сталеплавильные и индукционные печи, частотно-регулируемые электроприводы, циклоконвертеры, сварочные установки, газоразрядные осветительные приборы, различная бытовая техника и т.д. В нашем случае источником высших гармоник в СЭС оказался двенадцатипульсный выпрямитель [2].

Негативное влияние высших гармоник на электрооборудование и другие элементы СЭС заключается в следующем:

1) возникает ускоренный износ электрических машин вследствие ускоренного износа изоляции обмоток и сер-

дечника, который происходит из-за её чрезмерного нагрева токами высших гармоник;

2) возникают дополнительные потери и уменьшение пропускной способности линий электропередачи;

3) затрудняется компенсация реактивной мощности с помощью батарей статических конденсаторов (БСК) вследствие возможности возникновения резонансных явлений на высших гармониках;

4) ухудшается работа устройств автоматики, телемеханики и связи.

Таким образом, можно сказать, что высшие гармоники напряжений и токов являются негативным фактором, влияющим на энергосистему в целом.

Литература:

1. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. — Введ. 2014–07–01. — М.: Стандартинформ, 2013. — 62 с.
2. Куско А., Томпсон М. Качество энергии в электрических сетях / А. Куско, М. Томпсон: пер. с англ. Рабодзея А. Н. — М.: Издательский дом «Додэка — XXI», 2008. — 333 с.
3. Осипов Д. С., Коваленко Д. В., Киселев Б. Ю. Расчет потерь энергии в кабельной линии электропередачи при наличии нелинейной нагрузки методом пакетного вейвлет-преобразования / Д. С. Осипов, Д. В. Коваленко, Б. Ю. Киселев // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. — 2016. — № 4(148). — С. 84–89.
4. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink/ И. В. Черных — М.: «ДМК Пресс», 2008. — 286 с.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 28 (132) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 28.12.2016. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, 25