

МОЛОДОЙ

ISSN 2072-0297

# УЧЁНЫЙ

международный научный журнал

"Technology has advanced more in the last thirty years than in the previous two thousand. The exponential increase in advancement will only continue. Anthropological Commentary The opposite of a trivial truth is false; the opposite of a great truth is also true."

"An expert is a man who has made all the mistakes which can be made, in a narrow field."

"The best weapon of a dictatorship is secrecy, but the best weapon of a democracy should be the weapon of openness."



16+

anybody says he can think about quantum physics without getting angry, that only shows he has not understood the first thing about them."

From Bohr model



Lyman Series (Ultraviolet)

Balmer Series (Visible)

410.2 nm violet

434.1 nm violet

656.3 nm red

486.1 nm bluegreen

electron

proton

Bohr Model of Hydrogen

Ground State Electron

lowest level.

Absorption Spectrum: Electron absorbs photon and jumps up to a higher energy level.

Emission Spectrum: Electron emits photon as it falls down to a lower energy level.

deep difficulty bears in its own solution. It forces us to change our thinking in order to find it."

6  
2016  
Часть I

ISSN 2072-0297

# Молодой учёный

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 6 (110) / 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

Авдеюк 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

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических 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

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

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](mailto:info@moluch.ru); <http://www.moluch.ru/>.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 15.04.2016. Цена свободная.

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

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».

#### **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)

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 Бекмурадович, 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)

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, кандидат 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

На обложке изображен Нильс Хенрик Давид Бор (1885–1962) — датский физик-теоретик и общественный деятель, лауреат Нобелевской премии по физике.

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.

## СОДЕРЖАНИЕ

## ФИЗИКА

<b>Данилов О. Е.</b> Учебные компьютерные модели механических волн .....	1
<b>Емельянов А. А., Бесклеткин В. В., Прокопьев К. В., Ситенков А. А., Бурхацкий В. В., Мальцев Н. В.</b> Математическая модель САР скорости линейного явнополюсного синхронного двигателя на магнитных схемах замещения при векторном управлении .....	7

## ХИМИЯ

<b>Газалиев А. М., Кабиева С. К., Нуркенов О. А., Санакулова С. Т.</b> Фосфорсодержащие производные алкалоида цитизина .....	17
<b>Газалиев А. М., Федорченко В. И., Кабиева С. К., Жумадилов Т. Н.</b> Получение водорастворимых гуминовых соединений при использовании комплексона ОЭДФ .....	20
<b>Дустмуродова С. Ж.</b> Аналитические сенсоры с использованием вибрационной ячейки для амперометрических титрований .....	23
<b>Дустмуродова С. Ж.</b> Определение числа электрононорства при окислении некоторых растворов органических реагентов на платиновом дисковом микроаноде в неводных средах .....	25
<b>Дустмуродова С. Ж.</b> Неводное амперометрическое титрование палладия (II) растворами 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 .....	27
<b>Исмаилова Х. Д., Сафарова Г. Э.</b> Характеристика и получение этилового спирта в производстве .....	28
<b>Лушникова Л. К.</b> Состав, структура, устойчивость dI-тарtratов циркония (IV) в водных растворах .....	31

<b>Мамедова А. З., Мирзалиева С. Э., Ахмедов Э. И., Ахмедова Н. Ф.</b> Изомеризация n-гептана на Pt-содержащих катализаторах, содержащих редкоземельные и переходные элементы .....	34
<b>Нарзуллаева А. М., Сабирова Н. Н., Садикова М. М.</b> Соединения хрома и их воздействие на окружающую среду и человека .....	37

## ИНФОРМАТИКА

<b>Беляев К. С.</b> Оптимизационные мероприятия в проекте реинжиниринга бизнес-процессов .....	39
<b>Варлатая С. К., Колесникова Д. С.</b> Угрозы безопасности информации на игровых сервисах и методы защиты от них .....	41
<b>Рудниченко А. К.</b> Аспекты безопасности использования общественной Wi-Fi сети .....	44
<b>Рудниченко А. К.</b> Идентификация личности пользователя в интернете .....	45
<b>Сланбекова А. Е., Каменова Ш. К., Хасенова А. А.</b> Значимость программы интерактивного обучения при освоении иностранного языка .....	47
<b>Чугреев В. Л., Баданин Д. А.</b> Использование прогнозной аналитики в информационно-аналитических системах поддержки принятия решений .....	49

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>Абдрахманов Р. Б., Рустамов Н. Т., Жасузакова М. Ж.</b> Потенциал активной системы и ее активизация .....	52
<b>Абрашитов В. С., Жуков А. Н., Устинова А. В., Киушкина В. А.</b> Результаты обследования административно-производственного здания постройки конца XX века .....	56

<b>Акулин О. И., Тюгаев А. В., Уланов С. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной в г. Кузнецке Пензенской области .....	58	<b>Дородных А. А., Апухтина А. С.</b> Проблема реставрации и реконструкции исторических зданий г. Курска и Курской области .....	91
<b>Акулин О. И., Тюгаев А. В., Уланов С. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания площадки воздухоборника на станции Асеевская Кузнецкой дистанции пути .....	62	<b>Дунаевская Ю. П.</b> Анализ современных методов организации работ при малоэтажном строительстве .....	94
<b>Акулин О. И., Тюгаев А. В., Уланов С. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания площадки воздухоборников на станции Елюзань Кузнецкой дистанции пути .....	65	<b>Дусяров А. С., Яхшибоев Ш. К.</b> Методика расчета технико-экономических показателей пассивных систем солнечного отопления .....	97
<b>Акулин О. И., Тюгаев А. В., Уланов С. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания площадки воздухоборников на станции Канаевка Кузнецкой дистанции пути .....	67	<b>Закирова Д. А.</b> Структура и кинематика планетарного механизма со ступенчатым сателлитом .....	100
<b>Акулин О. И., Тюгаев А. В., Уланов С. Г.</b> Результаты экспертизы промышленной безопасности здания площадки воздухоборников на станции Сюзюм Кузнецкой дистанции пути .....	70	<b>Зырянов Р. С.</b> Получение слоев функциональных материалов из жидкой фазы методами трехмерной печати ...	101
<b>Амиров Т. Ж., Зафаров О. З., Юсупов Ж. М.</b> Трещины на асфальтобетонных покрытиях: причины образования и отрицательные последствия .....	74	<b>Каландаров Н. О., Камолов А. К., Гойибова Д. Ф.</b> Защита от коррозии линейной части магистральных нефтегазовых проводов .....	105
<b>Боровик И. Г., Шорох Д. К.</b> Обнаружение и ведение движущихся объектов на примере спортивного мероприятия .....	75	<b>Калинин А. Л.</b> Совершенствование расчета касательных напряжений в дорожных конструкциях. Часть 1. Модификация критерия Писаренко-Лебедева и его применение при расчете касательных напряжений .....	108
<b>Гаппаров Х. Г., Нурбоев Р. Х., Гафурова Н. Т., Давронова Г. Г.</b> Обеспечение сохранности рациональной геометрии пластинчатого ножа в процессе раскрытия текстильных материалов .....	83	<b>Карасёва А. А., Васильева М. А.</b> Анализ мирового опыта развития высокоскоростного железнодорожного транспорта .....	114
<b>Домнин П. В., Тимофеева А. А.</b> Исследование зависимости качества поверхностного слоя глубоких отверстий от технологии их изготовления .....	86	<b>Каримов А. А., Мукольянц А. А.</b> Исследование двухфазного фонтанирующего слоя в коническом аппарате .....	117
		<b>Каххаров М. М., Чарыева М. Р.</b> Проблемы энергосбережения в электрических сетях Республики Узбекистан .....	120
		<b>Лемешко М. А., Алехин С. Н., Урунов С. Р., Серебряков А. В.</b> Бытовой холодильник с подвижным конденсатором .....	122



## ФИЗИКА

### Учебные компьютерные модели механических волн

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук, доцент  
Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко

*В работе представлены учебные компьютерные модели поперечных и продольных механических волн, которые позволяют наглядно продемонстрировать учащимся распространение таких волн в пространстве, а также различные волновые явления: отражение волны от препятствия, преломление волны, интерференцию волн.*

**Ключевые слова:** модель, моделирование, учебные компьютерные модели, волновые явления, механические волны, поперечные волны, продольные волны, обучение физике.

Современная деятельность людей протекает в условиях использования сложного машинного оснащения и научно-технического прогресса [1, с. 7]. Это в определенной степени влияет на решение задач, стоящих перед школой на данном этапе развития общества [3]. Структура современного урока физики и используемые методы обучения иногда не обеспечивают нужной мыслительной деятельности учащихся. Это бывает связано с использованием целого ряда абстрактных понятий современной физики, непривычных для предметного способа мышления учащихся и не поддающихся конкретно-чувственному изображению [1, с. 10]. Поиск путей качественного улучшения организации учебного процесса приводит к созданию более эффективных методов обучения физике. Довольно часто это связано с увязыванием методики преподавания учебной дисциплины с методологией базисной науки. Эта методология подразумевает использование моделирования — исследование объектов познания на их моделях. Этот процесс может быть автоматизирован с помощью компьютерной техники, тогда можно говорить о компьютерных моделях. Если такие модели можно использовать в обучении, мы называем их учебными компьютерными моделями [2].

В данной статье рассмотрим, что из себя представляют учебные модели, с помощью которых можно изучать поперечные и продольные механические волны в курсе физики. Созданные нами приложения, которые реализуют данные модели, являются многооконными и предназначены для запуска в операционных системах семейства Windows (рис. 1–8).

Как правило, такие приложения имеют три окна. В первом окне учащиеся наблюдают непосредственно волну, во втором они видят графики зависимостей сме-

щения, скорости и ускорения выбранной ими частицы от времени, в третьем размещены элементы управления моделью (рис. 1).

Образная часть модели (первое окно), отвечающая за визуализацию волны, занимает большую часть экрана. В случае моделирования поперечной волны на экране изображаются две пластины, между которыми натянут упругий шнур, по которому и будет распространяться волна. В окне, предназначенном для размещения элементов управления моделированием, расположены кнопки для запуска и полной остановки виртуального эксперимента, а также для режима паузы; элементы для ввода коэффициента затухания, начального смещения выбранного элемента шнура и номера этого элемента; меню для выбора типа возмущения (можно выбрать одиночную волну, цуг волны, гармоническую волну и щипок); меню для выбора типа начального смещения элементов шнура. Также предусмотрено изменение параметров второй среды, в которой распространяется волна: задание ее левой и правой границы, показателя преломления относительно первой среды и степени прозрачности второй среды. Кроме того, пользователь программы может выбирать различные варианты визуализации сцены моделирования: изменять расстояние до объекта наблюдения и ракурсы, выделять с помощью специальных меток отдельные элементы шнура, заменять «непрерывный» шнур системой связанных частиц, убирать изображения пластин.

Рассмотрим лишь некоторые возможности учебной модели поперечной волны. Например, с ее помощью можно продемонстрировать учащимся отражение волны (рис. 2 и 3). При этом сначала наблюдают волну, распространяющуюся в сторону, например, правой пластины (рис. 2). Замечают, что впереди расположен «горб» волны, а за

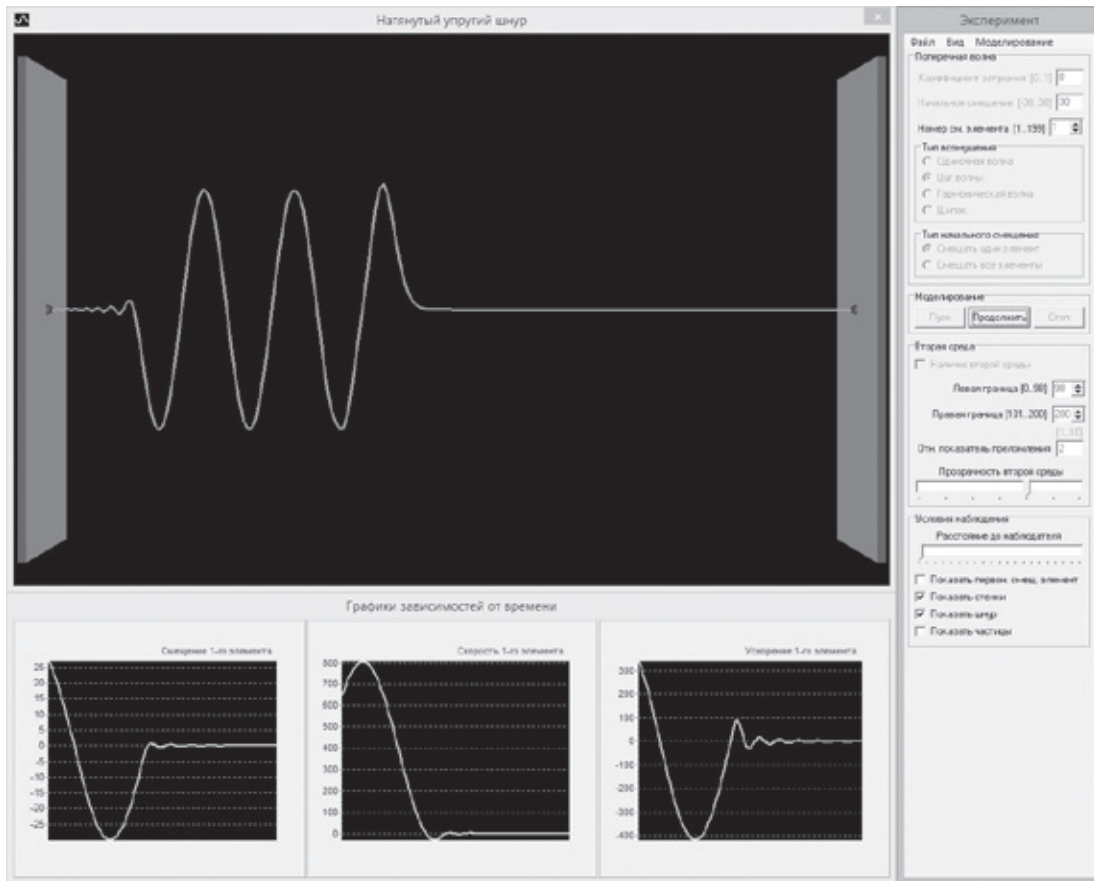


Рис. 1. Многооконное приложение для изучения поперечных волн

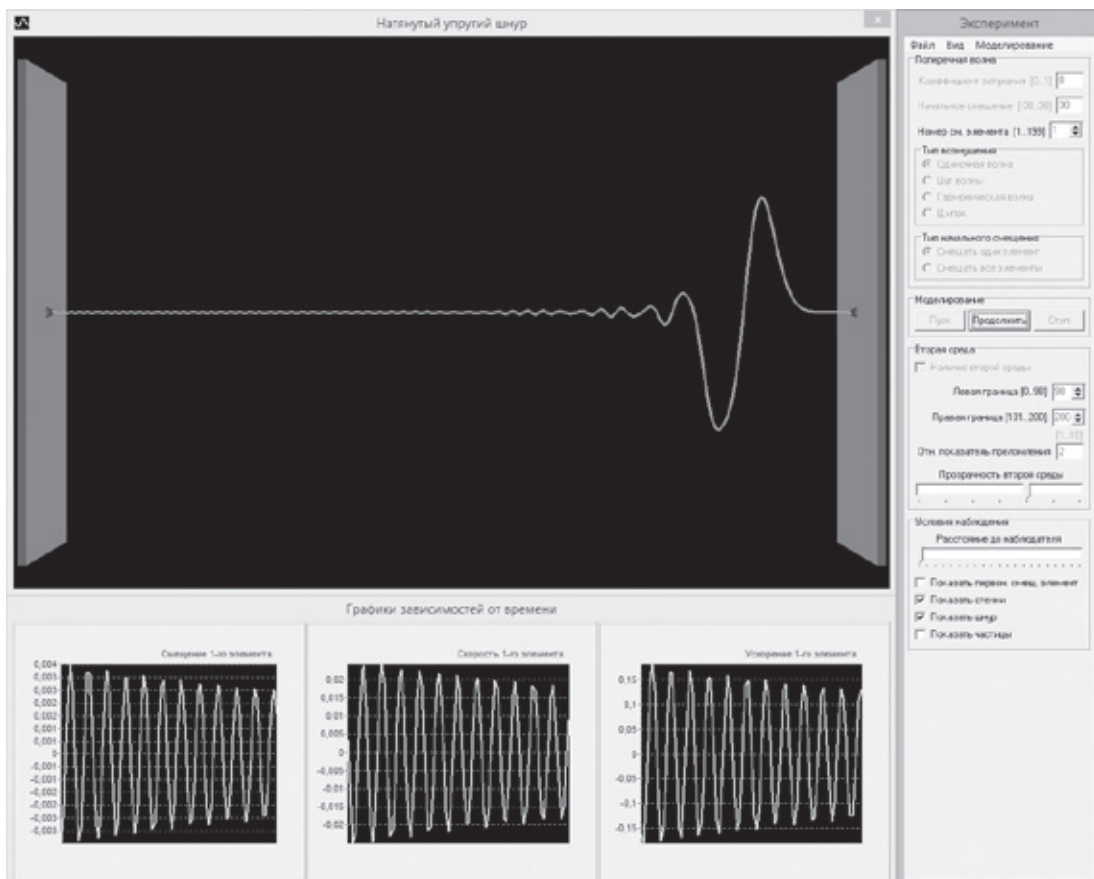


Рис. 2. Распространение поперечной волны до отражения



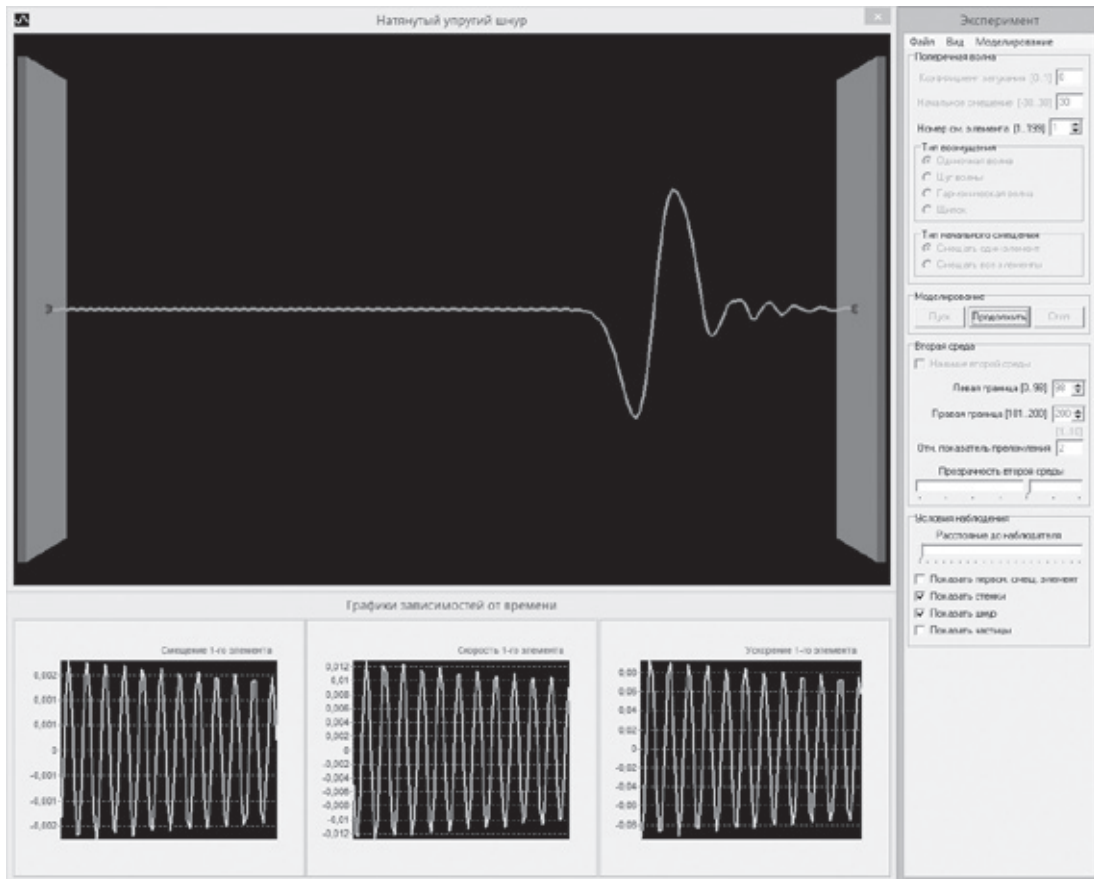


Рис. 3. Распространение поперечной волны после отражения

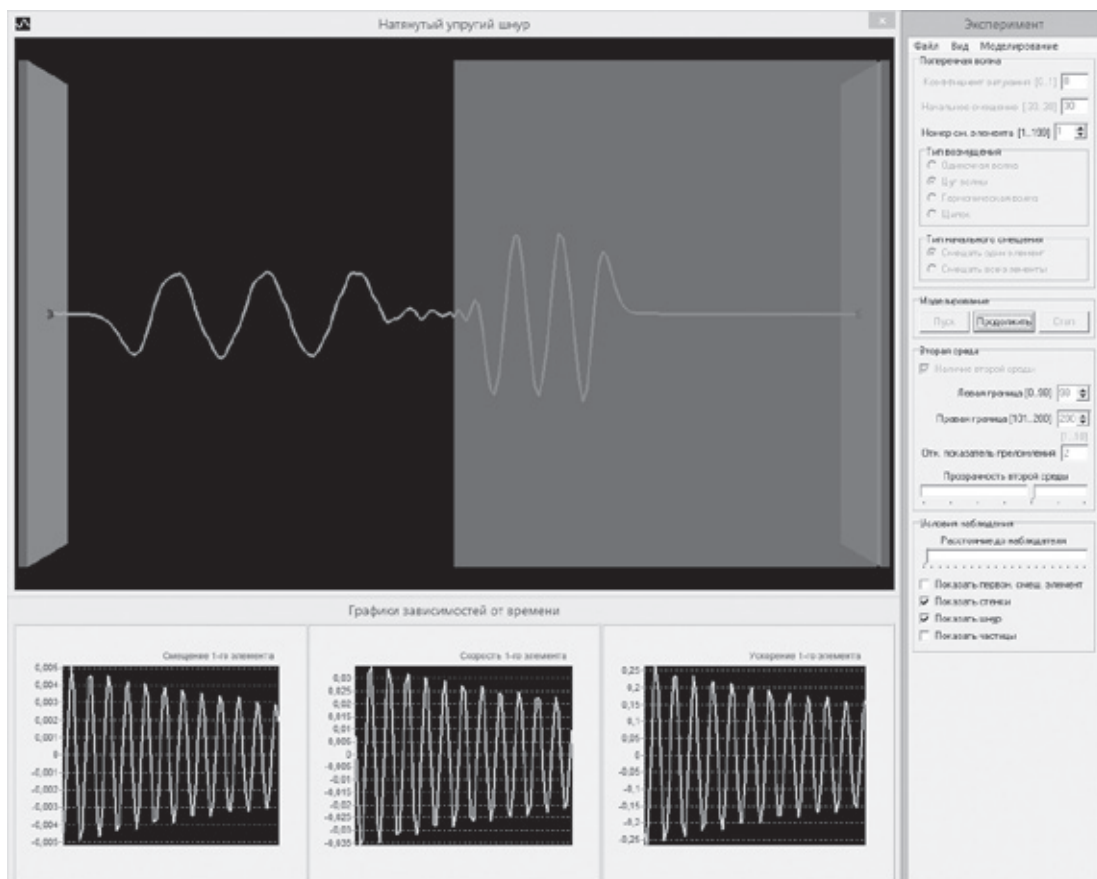


Рис. 4. Прохождение поперечной волны сквозь границу раздела двух сред

ним — «впадина». После отражения от пластины видят, что теперь впереди расположена «впадина», а за ней — «горб» (рис. 3). Таким образом может быть продемонстрирована так называемая потеря половины длины волны при отражении от препятствия.

Следующий вариант демонстрации предполагает изучение с помощью моделирования прохождения поперечной волны сквозь границу раздела двух сред (рис. 4). Из виртуального опыта учащиеся могут сделать вывод, что при прохождении волны сквозь границу происходит отражение от границы раздела сред. При этом волна, прошедшая сквозь границу, и отраженная от нее имеют разные длины волн.

Изменяя параметры сред, преподаватель с помощью данной модели может показать различные варианты прохождения волны через границу, тем самым познакомив учащихся со всеми возможными при этом вариантами, изложенными в теории волн.

Как уже было сказано выше, в приложении предусмотрена возможность изображения шнура как системы частиц. В этом случае, наблюдая волну, можно судить о деформациях шнура в различных его частях (рис. 5).

Приложение для учебного исследования продольных волн похоже на рассмотренное ранее. В нем моделируется продольная волна, также распространяющаяся между двумя пластинами (рис. 6). Оно тоже имеет элементы управления моделированием: кнопки для запуска

и прекращения виртуального эксперимента, а также его остановки и продолжения; элементы для ввода коэффициента затухания, начального смещения выбранного элемента и номера этого элемента; меню для выбора типа возмущения (вновь можно выбрать одиночную волну, цуг волны, гармоническую волну и щипок). В модели предусмотрено изменение параметров второй среды, в которой распространяется волна: задание ее левой и правой границы, показателя преломления относительно первой среды и степени прозрачности второй среды. Пользователь компьютерной программы может выбирать различные варианты визуализации сцены моделирования: изменять расстояние до объекта наблюдения и ракурсы, выделять с помощью специальных меток отдельные элементы волны, изменять режим визуализации волны (демонстрируются либо линии, как это показано на рис. 6, либо колеблющиеся частицы, как на рис. 7), упрощать представление волны на экране (рис. 8) и т.п.

В заключении отметим, как могут быть использованы рассмотренные в статье учебные компьютерные модели в обучении физике. Во-первых, они могут быть применены при изучении теоретического материала как демонстрации (своеобразные виртуальные опыты); во-вторых, возможно их применение в виде виртуальных лабораторных исследовательских работ; в-третьих, на их базе можно организовать кратковременные практические работы; в-четвертых, можно использовать такие модели для

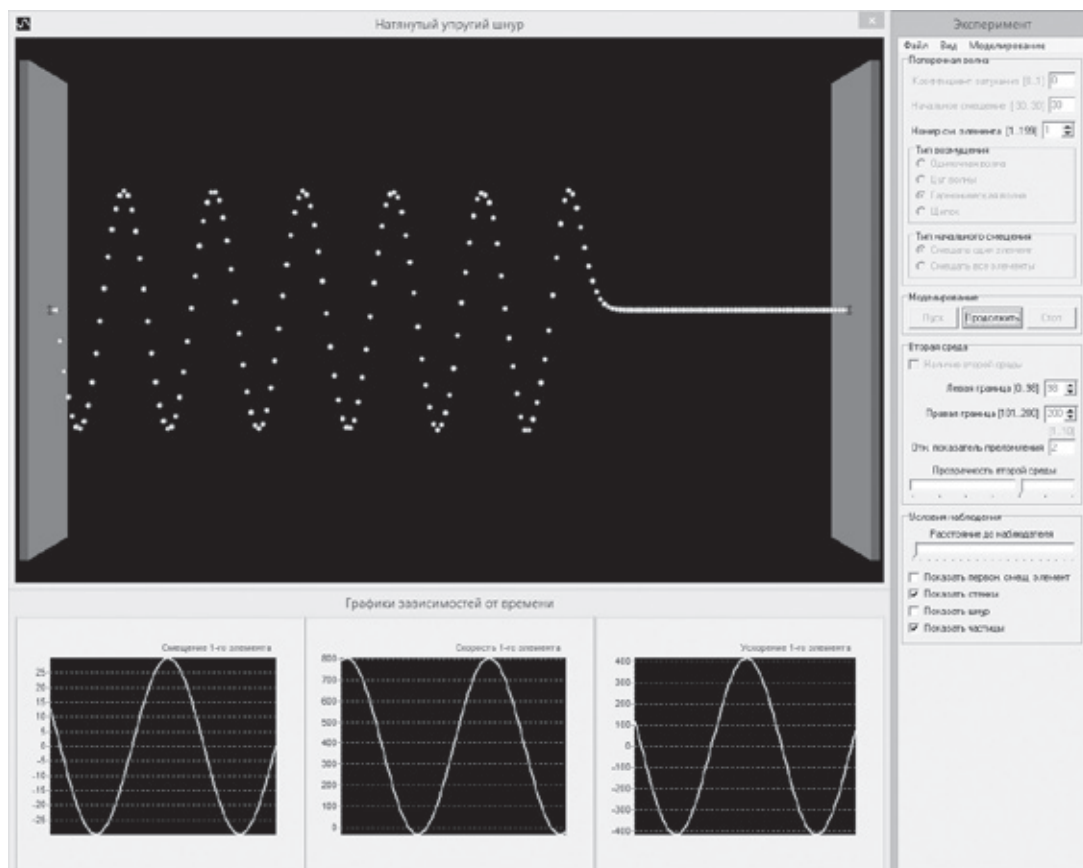


Рис. 5. Изображение поперечной волны с помощью частиц

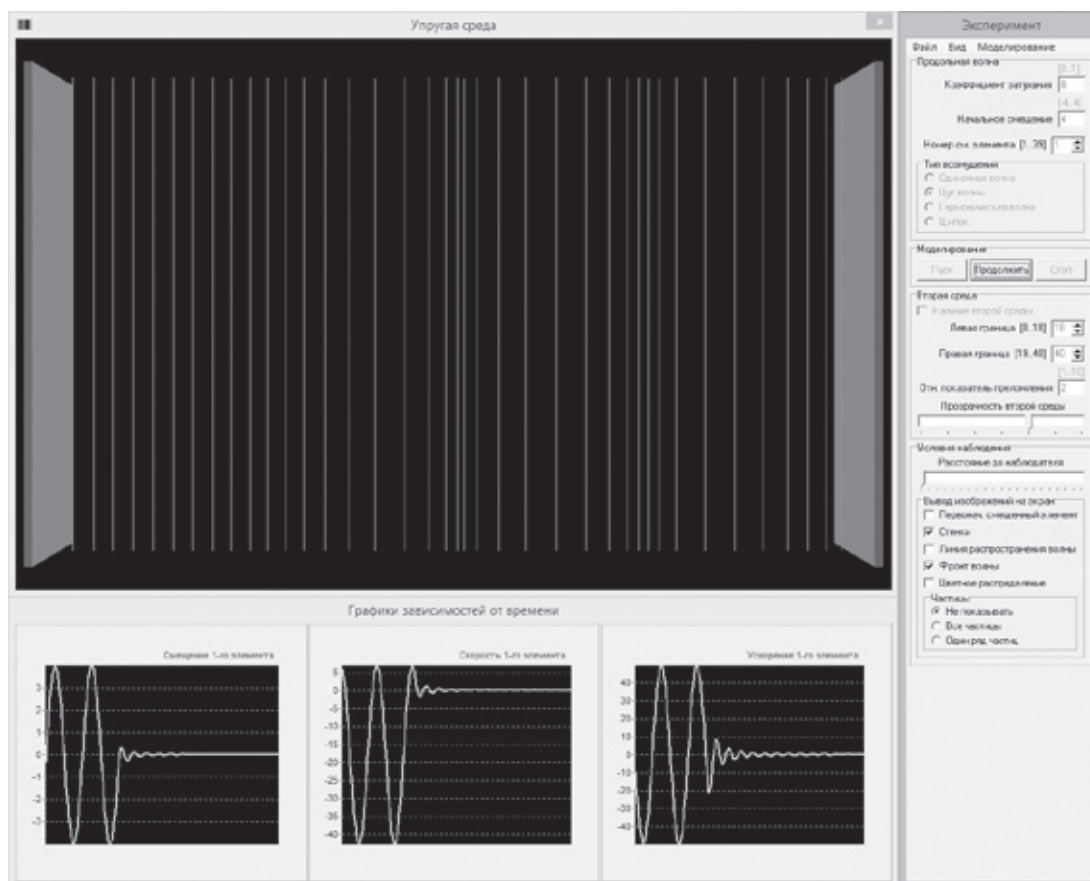


Рис. 6. Многооконное приложение для изучения продольных волн

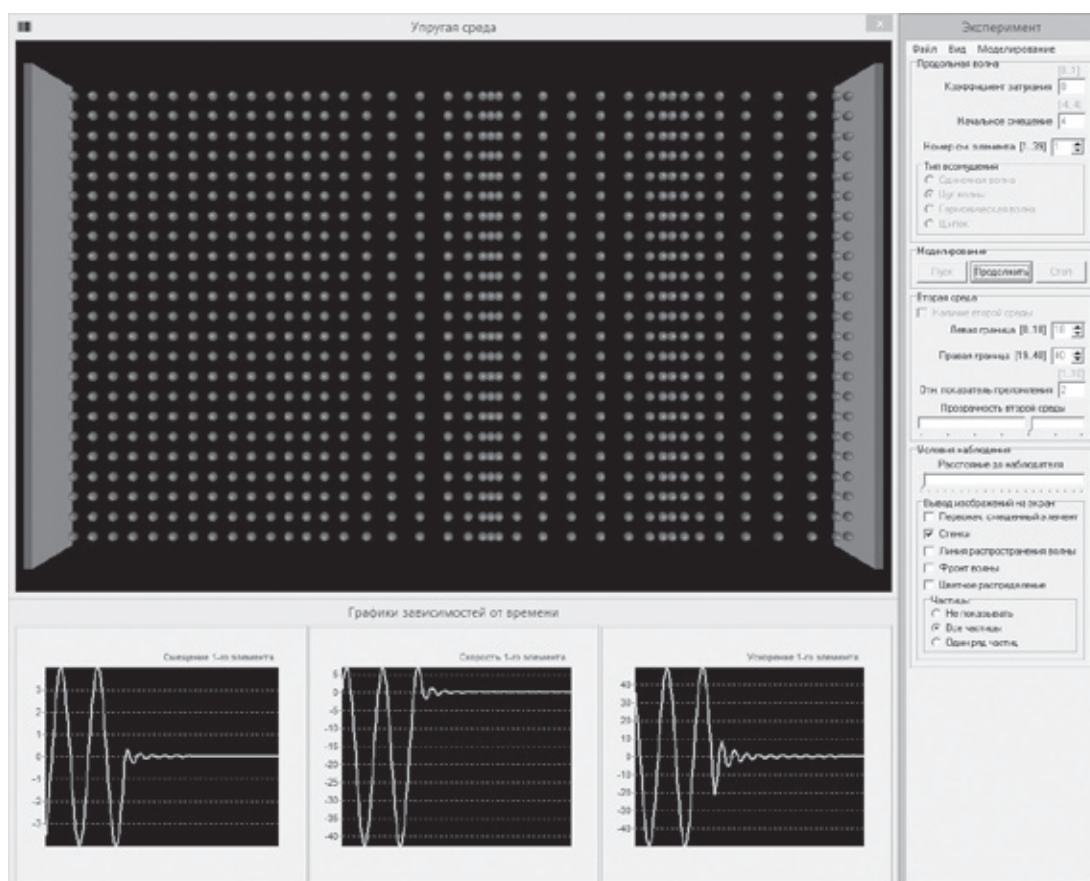


Рис. 7. Изображение продольной волны с помощью частиц

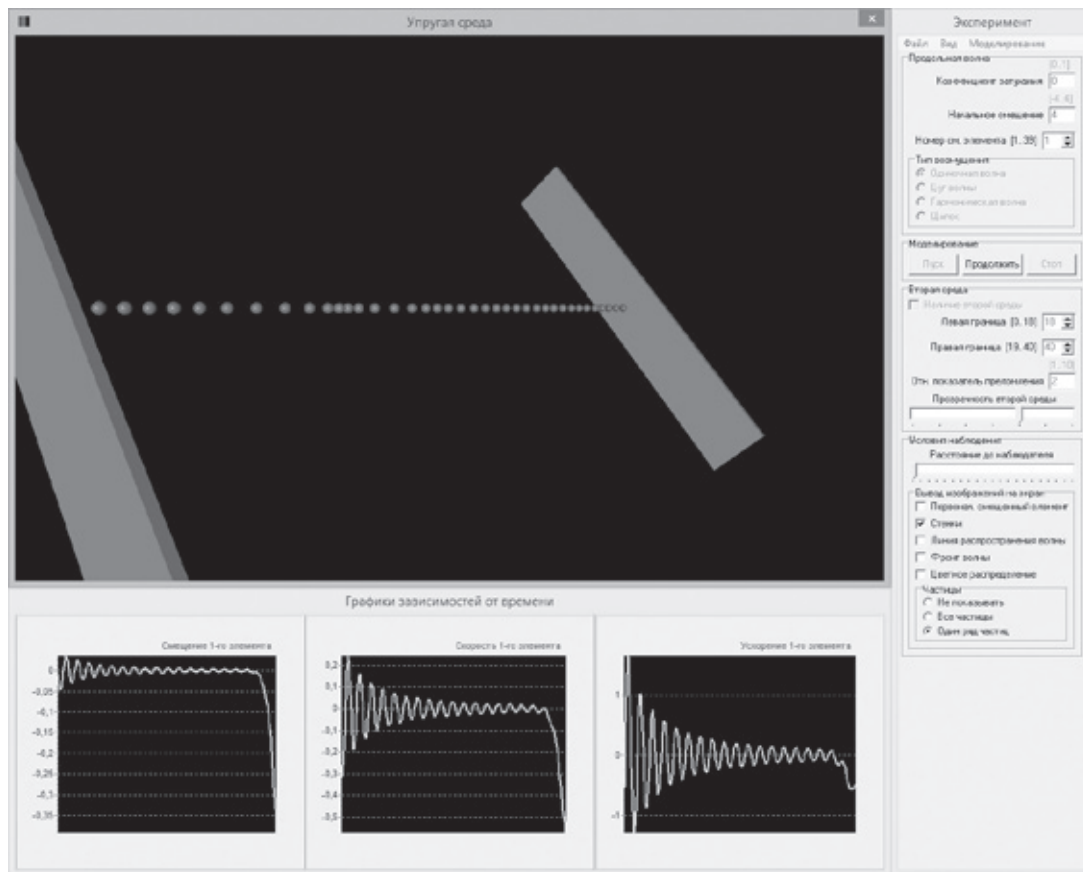


Рис. 8. Упрощенное представление продольной волны с помощью одного ряда частиц

решения виртуальных экспериментальных задач. Все эти виды обучения относятся к классной работе. Возможно использование учебных компьютерных моделей и при выполнении внеклассных (домашних) работ.

Поиск инновационных средств и методов обучения является актуальной задачей педагогической науки. В связи

с этим большое значение имеет поиск подходов, интегрирующих теоретическое и эмпирическое исследование в процессе обучения. На наш взгляд, современная образовательная система, требующая инновационных научно обоснованных технологий, может быть обогащена включением в нее учебных компьютерных моделей.

#### Литература:

1. Бушок, Г. Ф. Методика преподавания физики в высшей школе / Г. Ф. Бушок, Е. Ф. Венгер. — Киев: «Освіта України», 2009. — 415 с.
2. Данилов, О. Е. Использование компьютерных моделей маятников при изучении механических колебаний / О. Е. Данилов // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2015. — № 7. — с. 40–47.
3. Данилов, О. Е. Обучение в человеко-машинных системах / О. Е. Данилов // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2015. — № 2. — с. 84–90.

## Математическая модель САР скорости линейного явнополюсного синхронного двигателя на магнитных схемах замещения при векторном управлении

Емельянов Александр Александрович, доцент;  
Бесклеткин Виктор Викторович, ассистент;  
Прокопьев Константин Васильевич, студент;  
Ситенков Александр Александрович, студент;  
Бурхацкий Владимир Владимирович, студент;  
Мальцев Никита Васильевич, студент

Российский государственный профессионально-педагогический университет

В данной работе разработана математическая модель многоконтурной системы регулирования скорости линейного явнополюсного синхронного двигателя (ЛЯСД). В предыдущих статьях были подробно рассмотрены многоконтурные системы для линейного асинхронного двигателя, поэтому эту оболочку используем для линейного явнополюсного синхронного двигателя, рассмотренного в статье [1]. На первом уровне развернутой схемы на рис. 1 расположен задатчик интенсивности, далее идут регулятор скорости, фильтры и пропорционально-интегральные регуляторы тока. Затем сигналы последовательно проходят через два преобразователя координат:  $x, y \rightarrow \alpha, \beta$  и  $\alpha, \beta \rightarrow a, b, c$ .

С выхода последнего преобразователя координат сигналы  $U_a, U_b, U_c$  поступают на математическую модель индуктора синхронного двигателя с одновременной подачей сигнала  $U_i$  на обмотки полюсов подвижной части.

Реакции  $i_a, i_b, i_c$  снова поступают на преобразователи координат ( $a, b, c \rightarrow \alpha, \beta$  и  $\alpha, \beta \rightarrow x, y$ ) и по каналам обратных связей сигналы подаются на соответствующие сумматоры [2], [3], [4].

Полный код математической модели в Matlab — Script:

```
% Математическая модель САР скорости ЛЯСД с укладкой статорной обмотки классическим способом (z=6) с нулевым проводом
```

```
% Исходные данные асинхронного двигателя
```

```
Rb=0.1003*10^7;          tau=3*tz;          F=0;          Ki=1;
rs=4.94;                As=rs+LsA/dt;      w12=2;        Ti=0.24;
LsA=0.111;              Bs=rs+LsB/dt;      tk=5;         u4(1)=0;
LsB=0.114;              Cs=rs+LsC/dt;      kc=100;       ixb=3;
LsC=0.105;              m=95;              Tm=0.005;     u2(1)=0;
rr=27;                  v0=0;              izad(1)=0;    teta(1)=0;
Lr=0.074;                wns=200; wnr=2000;  iyzad(1)=0;
dt=0.0005;              UA=wn/dt;          ix(1)=0; iy(1)=0;
tz=9.769*10^-3;
```

```
X=zeros(16,1);
K=input('Длительность цикла k=');
for k=1:(K+1)
    if ((k*dt >= 0) && (k*dt <= tk))
        fc=k*dt*50/tk;
    end;
    if (k*dt > tk)
        fc=50;
    end;
    if ((k*dt >= 0) && (k*dt <= 10))
        Fc=2;
    end;
    if (k*dt > 10)
        Fc=2;
    end;
end;
```

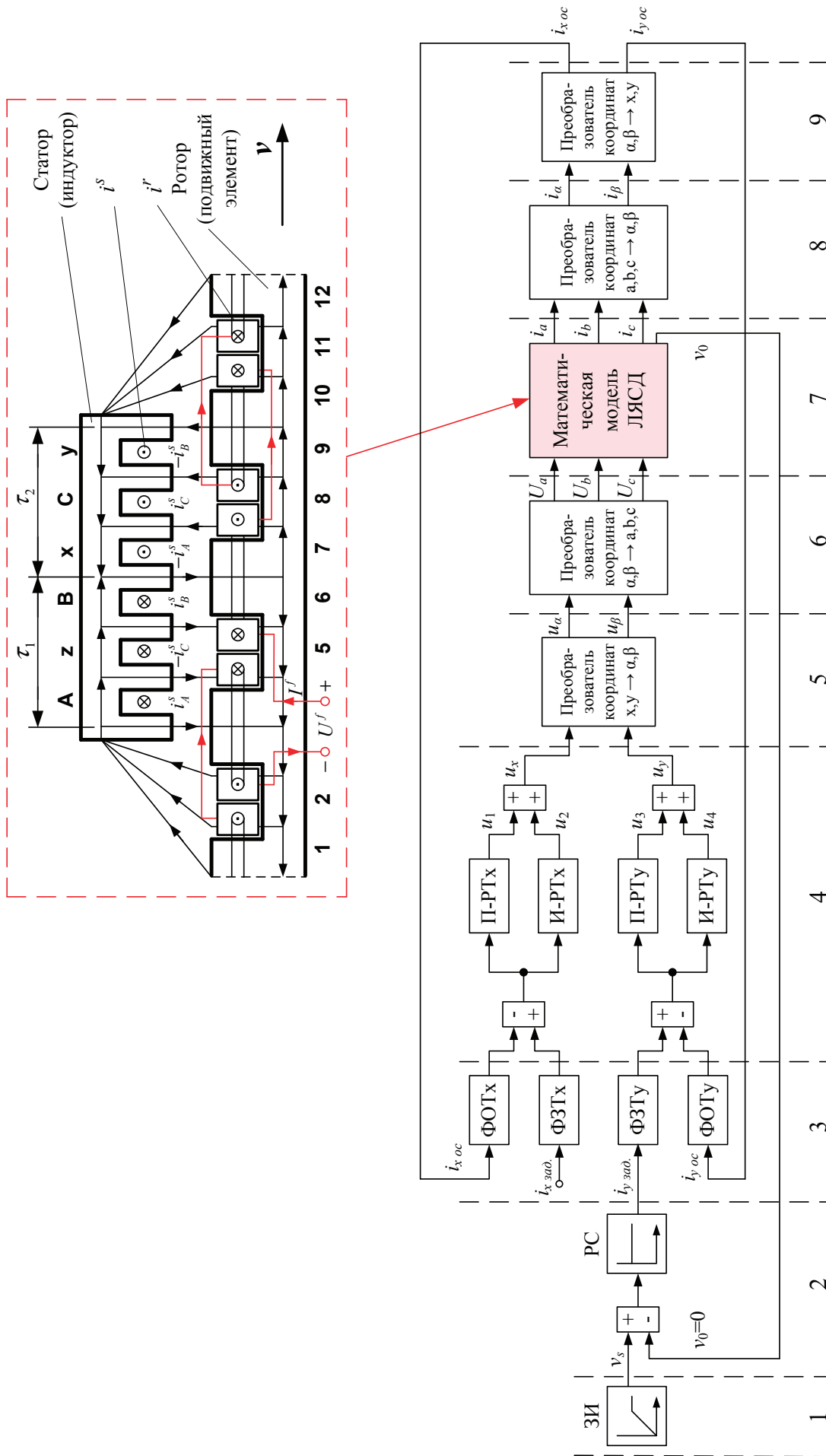


Рис. 1. Замкнутая САР скорости линейного явнополюсного синхронного двигателя (ЛЯСД)

```

    if ((k*dt >= 0) && (k*dt <= 1.5))
        Ufm=k*dt*2/1.5;
        Ifm=Ufm/rr;
    end;
    if (k*dt > 1.5)
        Ufm=2;
        Ifm=Ufm/rr;
    end;
v(1,k)=v0;           % Создание вектор-строки для графика скорости
f(1,k)=sum(F)-Fc;    % Создание вектор-строки для графика усилия
i0(1,k)=X(16);
i_a(1,k)=X(13);
i_b(1,k)=X(15);
i_c(1,k)=X(14);
vs=2*tau*fc;
vsum=vs-v0;
iyb=vsum*kc;
wk=vs*pi/tau;
teta(k+1)=teta(k)+wk*dt;
eps=0.1;
    if vsum>eps
        ss=vsum/vs;
        wR=pi*v0/tau;
    else
        wR=wk;
    end;
rox=cos(teta(k+1));
roy=sin(teta(k+1));
% 1 ступень прямого преобразования a,b,c -> alfa,beta
i_alfa=(1/3)*(2*i_a(1,k)-i_b(1,k)-i_c(1,k));
i_beta=(1/sqrt(3))*(i_b(1,k)-i_c(1,k));
% 2 ступень прямого преобразования alfa,beta -> x,y
ixoc(k)=rox*i_alfa+roy*i_beta;
iyoc(k)=-roy*i_alfa+rox*i_beta;
ixoc1(k+1)=ixoc(k)+(ix-ixoc(k))*dt/Tm;    %Фильтр ФОТ x
ixzad(k+1)=ixzad(k)+(ixb-ixzad(k))*dt/Tm; %Фильтр ФЗТ x
iyoc1(k+1)=iyoc(k)+(iy-iyoc(k))*dt/Tm;    %Фильтр ФОТ y
iyzad(k+1)=iyzad(k)+(iyb-iyzad(k))*dt/Tm; %Фильтр ФЗТ y
ixsum(k+1)=ixzad(k+1)-ixoc1(k+1);
iysum(k+1)=iyzad(k+1)-iyoc1(k+1);
u1(k+1)=ixsum(k+1)*Ki;                    %Пропорциональная часть x
u2(k+1)=u2(k)+ixsum(k+1)*dt/Ti;          %Интегральная часть x
ux=u1(k+1)+u2(k+1);

```

```

u3(k+1)=iysum(k+1)*Ki;           %Пропорциональная часть y
u4(k+1)=u4(k)+iysum(k+1)*dt/Ti;   %Интегральная часть y
uy=u3(k+1)+u4(k+1);
% 1 ступень обратного преобразования x,y -> alfa,beta
usalfa=rox*ux-rox*uy;
usbeta=roy*ux+rox*uy;
% 2 ступень обратного преобразования alfa,beta -> a,b,c
Ua=usalfa;
Ub=-(1/2)*usalfa+(sqrt(3)/2)*usbeta;
Uc=-(1/2)*usalfa-(sqrt(3)/2)*usbeta;
%Формирование матрицы A
A=zeros(16);
N1=Lr*v0/(wnr*2*tz);
N2=(rr+Lr/dt)/wnr;
N3=wnr/dt;
N4=Lr/(wnr*dt);
N5=(wnr^2)/Lr;
R(1)=500*Rb;
R(2)=50*Rb;
R(3)=5*Rb;
for n=4:10
    R(n)=1.2*Rb-0.2*Rb*cos(wR*k*dt+(2*pi*tz*n)/tau-wl2*pi/12);
end;
R(11)=5*Rb;
R(12)=50*Rb;
R(13)=500*Rb;
R(14)=50*Rb;
A(12,12)=(R(12)*N2+N1*R(12))+N3; %B
for n=1:11
    A(n,n)=(R(n)+R(n+1))*N2+N1*(R(n)-R(n+1))+N3; %B
end;
for n=2:12
    A(n,n-1)=-R(n)*N2-N1*(R(n-1)+R(n)+N5); %E
end;
A(11,12)=-R(12)*N2+N1*(R(12)+N5); %C
for n=1:10
    A(n,n+1)=-R(n+1)*N2+N1*(R(n+1)+R(n+2)+N5); %C
end;
for n=3:12
    A(n,n-2)=R(n-1)*N1; %D
end;
for n=1:10
    A(n,n+2)=-R(n+2)*N1; %G

```



```

end;
W1=-wns*N4;
T=-wns*N1;
Y=-wns*N2;
for n=1:12
    If(n)=Ifm*sin(wR*k*dt+(pi/3)*(n-0.5)-w12*pi/12);
    If1(n)=Ifm*sin(wR*(k-1)*dt+(pi/3)*(n-0.5)-w12*pi/12);
end;
for n=1:3
    A(n+2,n+12)=(-1)^(n+1)*T;
    A(n+3,n+12)=(-1)^(n+1)*Y;
    A(n+4,n+12)=(-1)^n*T;
    A(n+5,n+12)=(-1)^n*T;
    A(n+6,n+12)=(-1)^n*Y;
    A(n+7,n+12)=(-1)^(n+1)*T;
end;
for n=1:3
    A(16,n+12)=1;
end;
A(16,16)=-1;
A(13,4)=UA;
A(14,6)=UA;
A(15,8)=UA;
A(13,7)=-UA;
A(14,9)=-UA;
    A(15,5)=-UA;
    A(13,13)=As;
    A(14,15)=Bs;
    A(15,14)=Cs;
    % Матрица свободных членов
    S=[
        ((R(1)+R(2))*N4+N3)*X(1)-N4*(R(2)*X(2))-
N1*wnr*If(12)+N2*wnr*If(1)+N1*wnr*If(2)-N4*wnr*If1(1); %1
        ((R(2)+R(3))*N4+N3)*X(2)-N4*(R(2)*X(1)+R(3)*X(3))-
N1*wnr*If(1)+N2*wnr*If(2)+N1*wnr*If(3)-N4*wnr*If1(2); %2
        ((R(3)+R(4))*N4+N3)*X(3)-N4*(R(3)*X(2)+R(4)*X(4))-
N1*wnr*If(2)+N2*wnr*If(3)+N1*wnr*If(4)-N4*wnr*If1(3); %3
        W1*X(13)+((R(4)+R(5))*N4+N3)*X(4)-N4*(R(4)*X(3)+R(5)*X(5))-
N1*wnr*If(3)+N2*wnr*If(4)+N1*wnr*If(5)-N4*wnr*If1(4); %4
        (-1)*W1*X(14)+((R(5)+R(6))*N4+N3)*X(5)-N4*(R(5)*X(4)+R(6)*X(6))-
N1*wnr*If(4)+N2*wnr*If(5)+N1*wnr*If(6)-N4*wnr*If1(5); %5
        W1*X(15)+((R(6)+R(7))*N4+N3)*X(6)-N4*(R(6)*X(5)+R(7)*X(7))-
N1*wnr*If(5)+N2*wnr*If(6)+N1*wnr*If(7)-N4*wnr*If1(6); %6
        (-1)*W1*X(13)+((R(7)+R(8))*N4+N3)*X(7)-N4*(R(7)*X(6)+R(8)*X(8))-

```

```

N1*wnr*If(6)+N2*wnr*If(7)+N1*wnr*If(8)-N4*wnr*If1(7); %7
    W1*X(14)+((R(8)+R(9))*N4+N3)*X(8)-N4*(R(8)*X(7)+R(9)*X(9))-
N1*wnr*If(7)+N2*wnr*If(8)+N1*wnr*If(9)-N4*wnr*If1(8); %8
    (-1)*W1*X(15)+((R(9)+R(10))*N4+N3)*X(9)-N4*(R(9)*X(8)+R(10)*X(10))-
N1*wnr*If(8)+N2*wnr*If(9)+N1*wnr*If(10)-N4*wnr*If1(9); %9
    ((R(10)+R(11))*N4+N3)*X(10)-N4*(R(10)*X(9)+R(11)*X(11))-
N1*wnr*If(9)+N2*wnr*If(10)+N1*wnr*If(11)-N4*wnr*If1(10); %10
    ((R(11)+R(12))*N4+N3)*X(11)-N4*(R(11)*X(10)+R(12)*X(12))-
N1*wnr*If(10)+N2*wnr*If(11)+N1*wnr*If(12)-N4*wnr*If1(11); %11
    ((R(12))*N4+N3)*X(12)-N4*(R(12)*X(11))-
N1*wnr*If(11)+N2*wnr*If(12)+N1*wnr*If(1)-N4*wnr*If1(12); %12
    UA*(X(4)-X(7))+LsA/dt)*X(13)+Ua; %13
    UA*(X(6)-X(9))+LsB/dt)*X(15)+Ub; %14
    UA*(X(8)-X(5))+LsC/dt)*X(14)+Uc; %15
    0]; %16
% Решение методом Гаусса-Жордана
Z=rref([A S]); %Приведение расширенной матрицы к треугольному виду
X=Z(1:16,17:17); %Выделение последнего столбца из матрицы
%Ток в роторе
IR=[
    (R(1)+R(2))*X(1)-R(2)*X(2); %1
    (R(2)+R(3))*X(2)-R(3)*X(3)-R(2)*X(1); %2
    (R(3)+R(4))*X(3)-R(4)*X(4)-R(3)*X(2); %3
    -wns*X(13)+(R(4)+R(5))*X(4)-R(5)*X(5)-R(4)*X(3); %4
    wns*X(14)+(R(5)+R(6))*X(5)-R(6)*X(6)-R(5)*X(4); %5
    -wns*X(15)+(R(6)+R(7))*X(6)-R(7)*X(7)-R(6)*X(5); %6
    wns*X(13)+(R(7)+R(8))*X(7)-R(8)*X(8)-R(7)*X(6); %7
    -wns*X(14)+(R(8)+R(9))*X(8)-R(9)*X(9)-R(8)*X(7); %8
    wns*X(15)+(R(9)+R(10))*X(9)-R(10)*X(10)-R(9)*X(8); %9
    (R(10)+R(11))*X(10)-R(11)*X(11)-R(10)*X(9); %10
    (R(11)+R(12))*X(11)-R(12)*X(12)-R(11)*X(10); %11
    (R(12))*X(12)-R(12)*X(11)]; %12
% Электромагнитное усилие
F(1)=(X(2))*(IR(1))/(2*tz);
for n=1:10
    F(n+1)=(X(n+2)-X(n))*(IR(n+1))/(2*tz);
end;
F(12)=(-X(11))*(IR(12))/(2*tz);
% Скорость
v0=v0+((sum(F)-Fc)/m)*dt;
mass_t(k)=k*dt;
mass_ixb(k)=ixb;
mass_iyb(k)=iyb;
mass_ixoc(k)=ixoc(k);

```

```
mass_iyoc(k)=iyoc(k);
mass_i_a(k)=i_a(1,k);
mass_i_b(k)=i_b(1,k);
mass_i_c(k)=i_c(1,k);
mass_i_alfa(k)=i_alfa;
mass_i_beta(k)=i_beta;
end;
% Построение графиков
figure(1);
plot(mass_t,mass_ixb,'b',mass_t,mass_ixoc,'r');
grid on;
figure(2);
plot(mass_t,mass_iyb,'b',mass_t,mass_iyoc,'r');
grid on;
figure(3);
plot(mass_t,mass_i_a,'b',mass_t,mass_i_b,'r',mass_t,mass_i_c,'g');
grid on;
figure(4);
plot(mass_t,mass_i_alfa,'b',mass_t,mass_i_beta,'r');
grid on;
figure(5);
plot(mass_t,mass_ixoc,'b',mass_t,mass_iyoc,'r');
grid on;
    figure(6);
    k=0:K;
    subplot(2,1,1);
    plot(k*dt,v);
    title('Линейная скорость');
    xlabel('t,c');
    ylabel('v,m/c');
    grid on;
    subplot(2,1,2);
    plot(k*dt,f);
    title('Электромагнитное усилие');
    xlabel('t,c');
    ylabel('F,H');
grid on;
```

Результаты расчетов на некоторых уровнях приведены на рис. 2, ..., 7.

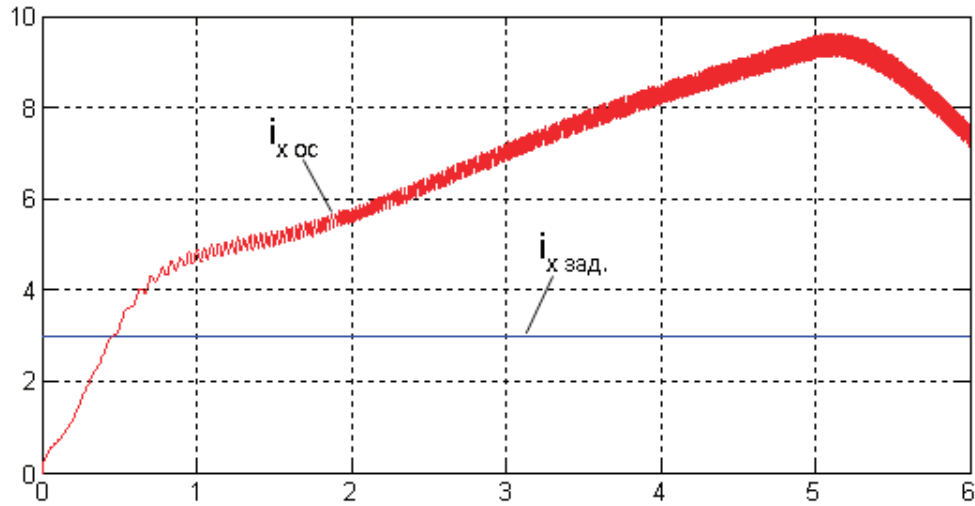


Рис. 2. Токи  $i_{x\text{зад.}}$  и  $i_{x\text{ос}}$  на входе фильтров ФЗТ и ФОТ

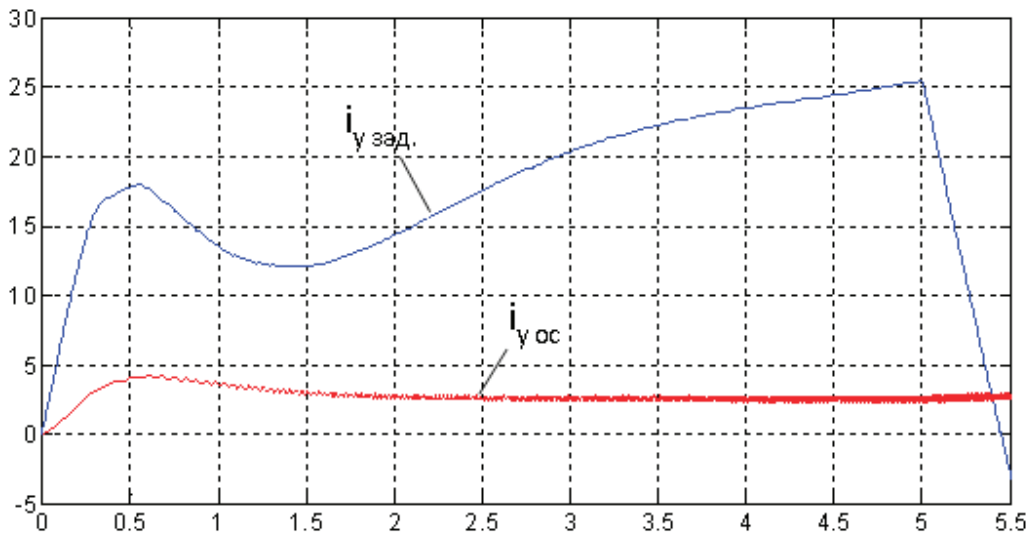


Рис. 3. Токи  $i_{y\text{зад.}}$  и  $i_{y\text{ос}}$  на входе фильтров ФЗТ и ФОТ

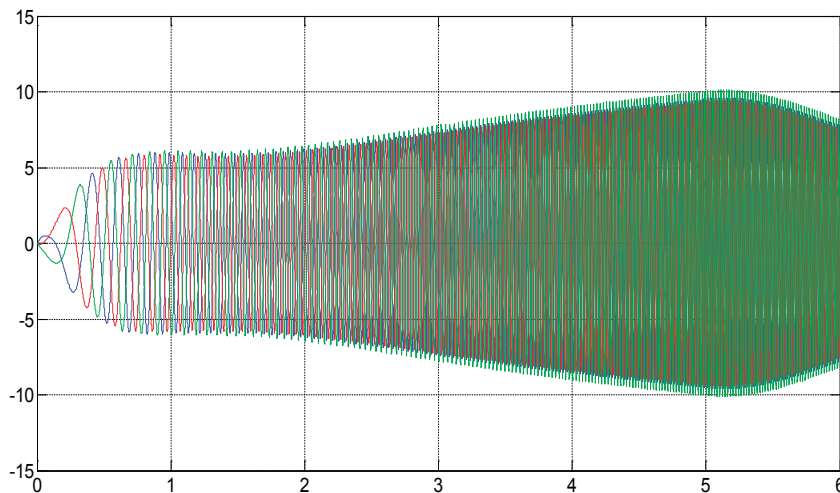


Рис. 4. Токи  $i_a, i_b, i_c$  на выходе линейного явнополюсного синхронного двигателя

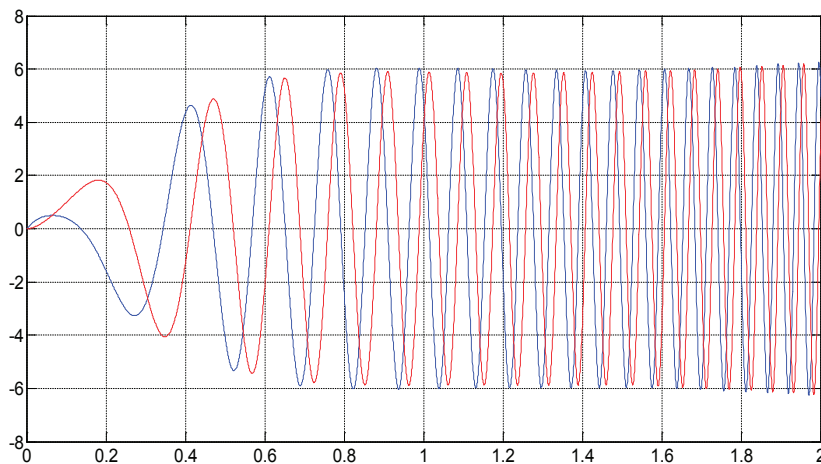


Рис. 5. Токи  $i_\alpha, i_\beta$  на выходе преобразователя ( $a, b, c \rightarrow \alpha, \beta$ )

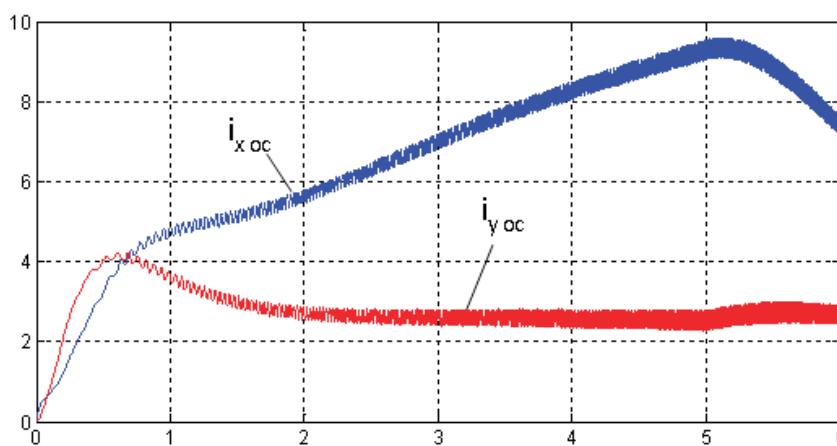


Рис. 6. Токи  $i_{xoc}, i_{yoc}$  на выходе прямого преобразователя координат

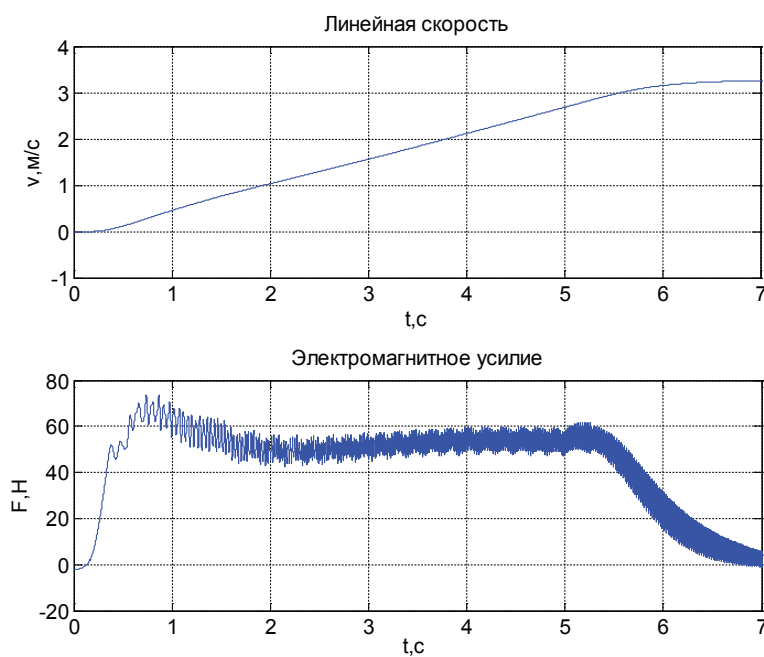


Рис. 7. График скорости и момента в замкнутой системе

## Литература:

1. Емельянов, А. А., Козлов А. М., Бесклеткин В. В., Авдеев А. С., Киряков Г. А., Чернов М. В., Габзалилов Э. Ф., Фуртиков К. А., Реутов А. Я., Боброва С. Д., Андреева Е. Д., Карлова М. В. Моделирование синхронного явно-полюсного линейного двигателя ( $Z1 = 6$ ) с трехфазной обмоткой индуктора с нулевым проводом // Молодой ученый. — 2015. — № 1. — с. 18–35.
2. Шрейнер, Р. Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. — Екатеринбург УРО РАН, 2000. — 654 с.
3. Шрейнер, Р. Т., Емельянов А. А., Медведев А. В. Оптимизация перемежающихся режимов работы частотно-регулируемого асинхронного электропривода // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 3: в 5 ч. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. Ч 4. — 262 с.
4. Шрейнер, Р. Т., Емельянов А. А., Медведев А. В. Ресурсы энергосбережения в повторно-кратковременных режимах работы асинхронного привода // Промышленная энергетика. — 2011. — № 11. — с. 22–27.

# ХИМИЯ

## Фосфорсодержащие производные алкалоида цитизина

Газалиев Арстан Мауленович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК;

Кабиева Сауле Казжановна, кандидат химических наук, доцент  
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Нуркенов Оралгазы Актаевич, доктор химических наук, профессор  
Институт органического синтеза и углехимии (Казахстан)

Санакулова Сания Тахировна, магистрант  
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

*В статье рассматривается органическое соединение растительного основания — алкалоида цитизина и получение из него биологически активного вещества (БАВ). Описаны методы получения фосфорсодержащих производных алкалоида цитизина по реакциям Тодда-Атертона и Кабачника-Филдса. Приведены данные по строению, изучению и получению фосфорсодержащих производных алкалоида цитизина, обладающие гепатопротекторным, антибактериальным действием.*

**Ключевые слова:** синтез, алкалоид, цитизин, *O*, *O*-диметил-*N*-цитинизилфосфат, аминфосфаты.

Одним из перспективных направлений фарминдустрии является создание новых высокоэффективных биологически активных препаратов вследствие модифицирования природных растительных оснований — алкалоидов [1]. Интерес к алкалоидам проявляется тем, что многие из них являются лекарственными препаратами. Алкалоид цитизин широко распространен в природе, найден во многих растениях и извлечение его из растительного сырья ионообменным методом является главным промышленным способом его получения.

В настоящее время многие фосфорорганические соединения нашли широкое применение в качестве эффективных лекарственных средств [2]. Основную долю фосфорорганических соединений нашедших наибольшее практическое применение составляют вещества, имеющие четырехкоординированный атом фосфора в молекуле, причем более половины из них имеют фосфатное строение. Введение фосфорсодержащего фрагмента в молекулу природного соединения может привести к созданию новых высокоэффективных биологически активных веществ. Данные вещества действуют на биологическую систему живого организма, регулируя их жизнедеятельность.

На сегодняшний день на базе инновационного научно-образовательного центра «Инновационные материалы и технологии» Карагандинского государственного техни-

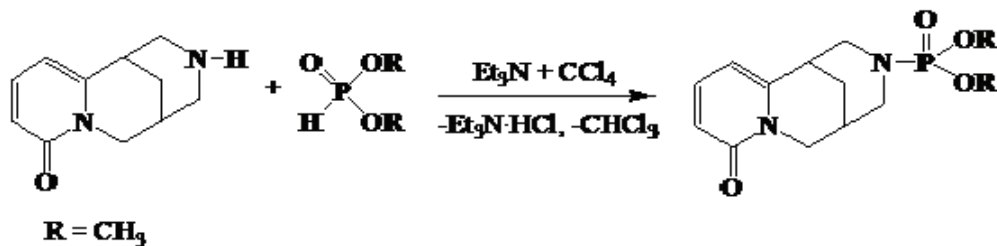
ческого университета проводятся работы по разработке методик получения гепатопротекторного препарата.

### Экспериментальная часть

Получение амидофосфатов и аминфосфатов цитизина  
Фосфорорганические соединения со связью P-N представляют одну из больших групп среди фосфорсодержащих лекарственных препаратов. Методы получения биологически важных амидофосфатов хорошо изучены и широко используются в препаративной химии. Одним из методов синтеза амидофосфатов на основе аминов является реакция Тодда-Атертона. Взаимодействие диалкилфосфористых кислот с алкалоидом цитизином в условиях реакции Тодда-Атертона осуществляли в среде бензола в присутствии четыреххлористого углерода и триэтиламина [3].

#### 1. Синтез *O*,*O*-диметил-*N*-цитинизилфосфата (1)

К смеси 2,86 г диметилфосфита и 24,6 г четыреххлористого углерода в 100 мл абсолютного бензола прикапывали при температуре 0–10°C смесь 5 г цитизина и 2,63 г триэтиламина в 100 мл абсолютного бензола. Затем смесь перемешивали в течение 5 ч при комнатной температуре. Отфильтровывали и промывали гидрохлорид триэтиламина, отгоняли растворитель. Получили 5,6 г (72,1%) продукта (перекристаллизация из бензола) с т. пл. 156°C. [3] по следующей схеме:



В спектрах ИК соединений присутствуют интенсивные полосы поглощения, характерные для фосфорильной группы ( $P=O$ ) с максимумом  $1265-1270 \text{ см}^{-1}$ , в интервале частот  $1025-1050 \text{ см}^{-1}$  наблюдается полосы для  $P-O-C$ -группы, а в области  $825-835 \text{ см}^{-1}$  расположены полосы поглощения для связи  $P-N$ .

При анализе ЯМР спектра наряду с сигналами протонов для алкалоидной части присутствуют сигналы неэквивалентных метокси-группы, которые проявляются в виде дублета дублетов в области  $3,20-3,55 \text{ м.д.}$ , что является следствием спин-спинового взаимодействия с ядром атома фосфора.

При анализе спектра ЯМР<sup>1</sup> H  $0,0$ -диметил-N-цитизинилфосфата три группы сигналов низкого поля соответствуют протонам  $\alpha$ -пиридинового ядра. Сигналы при  $7,30 \text{ м.д.}$  соответствуют  $\beta$ -протону. Расщепленный дублет при  $6,36 \text{ м.д.}$  —  $\alpha$ -протону. следующая группа линий, представляющая собой сложный сигнал в области  $3,81-4,12 \text{ м.д.}$  соответствует аксиальному и экваториальному протону в положении  $C_{10}$ .

С целью установления пространственного строения амидофосфатов было проведено рентгеноструктурное исследование  $0,0$ -диметил-N-цитизинилфосфата. Установлено, что координация атома фосфора в исследуемом соединении — искаженная тетраэдрическая, обычная для фосфатных группировок. Дигидропиридиновый цикл плоский, карбонильный атом кислорода отклоняется от этой плоскости незначительно. Тетрагидропиридиновый цикл принимает конформацию софы. Пиперидиновый цикл имеет почти идеальную конформацию кресла.

Одним из широко известных методов синтеза фосфонметилированных производных азотосодержащих соединений является классическая реакция Кабачника-Филдса. Изучение влияния катализатора на выход продуктов реакции Кабачника-Филдса было проведено на примере N-диалкоксифосфорилметильных производных цитизина. С этой целью были поставлены ряд параллельных опытов с использованием катализатора и без него. Установлено, что применение краун-эфиров позволяет повысить селективность процесса и способствует увеличению выхода целевых продуктов на  $20-25\%$ . Действие краун-эфиров можно объяснить их способностью участвовать в образовании водородных связей с гидрофосфорильными соединениями, переводя тем самым последние в реакционноспособную симметричную форму  $P-O-H$ .

2. Синтез Диметил-2— (-N-цитизинил) —2—пропилфосфоната (2):

Смесь  $3,8 \text{ г}$  ( $0,02 \text{ М}$ ) цитизина,  $1,16 \text{ г}$  ( $0,02 \text{ М}$ ) ацетона,  $2,2 \text{ г}$  ( $0,02 \text{ М}$ ) диметилфосфита и каталитического количества  $15\text{-кр-5}$  в  $100 \text{ мл}$  бензола кипятят 3 часа с одновременной отгонкой образующейся в ходе реакции воды. После окончания реакции образовавшийся осадок отфильтровывают, промывают несколько раз эфиром и сушат в вакууме. Получают  $3,74$  ( $55,0\%$ ) соединения  $R_f=0,60$ , элюент ацетон: спирт = 2:1.

3. Синтез Диметил-2— (-N-цитизинил) —2—изобутилфосфонат (3):

Смесь  $3,8 \text{ г}$  ( $0,02 \text{ М}$ ) цитизина,  $1,44 \text{ г}$  ( $0,02 \text{ М}$ ) изомасляного альдегида,  $2,2 \text{ г}$  ( $0,02 \text{ М}$ ) диметилфосфита и каталитического количества  $15\text{-кр-5}$  в  $100 \text{ мл}$  бензола кипятят 4ч. С одновременной отгонкой образующейся в ходе реакции воды. После окончания реакции растворитель выпаривают на ротационном испарителе, остаток промывают несколько раз сухим эфиром и очищают перекристаллизацией из смеси бензола: гексана = 2:0,5. Получают  $6,15 \text{ г}$  ( $87\%$ ) соединения  $R_f=0,62$ , элюент ацетон: спирт = 2:1.

В ИК-спектрах соединений (2) и (3) имеются характерные полосы поглощения в областях  $1220-1238 \text{ см}^{-1}$  ( $P=O$ ) и  $1020-1035 \text{ см}^{-1}$  ( $P-O-C$ ). Валентные колебания карбонильной группы соединений проявляются интенсивной узкой полосы в области  $1650-1700 \text{ см}^{-1}$ .

В спектрах ЯМР<sup>1</sup> H аминофосфатов (2) и (3) протоны основного алкалоидного скелета проявляются в характерных областях. Три группы сигнала низкого поля соответствуют протонам  $\alpha$ -пиридинового ядра. Сигналы при  $7,20 \text{ м.д.}$  соответствует  $H_2$ , расщепленный дублет при  $5,94 \text{ м.д.}$  соответствует протону  $H_3$ , а расщепленный дублет  $6,32 \text{ м.д.}$  — протону  $H_1$ . Следующая группа линий, представляющая собой мультиплет в области  $3,20-4,40 \text{ м.д.}$  соответствует экваториальному и аксиальному протонам в положений  $C_7$ . Сигналы протонов  $H_8$  имеют расщепление в области  $2,38 \text{ м.д.}$  в виде дублета. Группа линий в области  $2,98-3,10 \text{ м.д.}$  представляют собой сигналы  $H_4$ ,  $H_6$  протонов. Метиленовые протоны  $H_5$  проявляется в виде сложного мультиплета в области с центром  $1,96 \text{ м.д.}$

При сравнении спектров амидофосфонатов и цитизина наблюдается сдвиг сигналов  $C_8$ . Это связано с тем, что не поделенная пара электронов соседнего атома азота, занимающая экваториальное положение в цитизине, при замещении атома водорода на более сложный радикал,



становится аксиальной. Благодаря этому становится возможной делокализацию неподеленной пары электронов на разрыхляющую орбиталь C-H связи, что приводит к увеличению экранирования этих протонов.

При использовании в качестве карбонильного соединения — параформа в условиях Кабачника-Филдса, реакция протекает с образованием N,N-дигитинилметана. Установлено, что диметилфосфит не успевает участвовать, так как цитизин быстрее конденсируется с формальдегидом с образованием соответствующего продукта конденсации. Это обусловлено, по-видимому, большей нуклеофильностью цитизина по сравнению с диметилфосфитом и высокой реакционной способностью формальдегида.

### Обсуждения результатов

Результаты фармакологического исследования 0,0-диметил-N-цитизинилфосфата (1) [4] показали, что он обладает выраженным лечебным гепатопротекторным действием на моделях подострого и хронического тетрахлорметанового гепатита: увеличивает выживаемость животных, снижает уровень индикаторов цитолиза и уменьшаются признаки альтерации ткани, препятствует развитию цистнекротического цирроза и обеспечивает относительную сохранность биохимических процессов в клетках ткани печени. В механизме гепатопротекторного действия амидофосфата (1) присутствует антиоксидантный мембраностабилизирующий, желчегонный эффект и эффект индукции микросомальных ферментов печени.

Амидофосфат (1) обладает антигепатотоксическим свойством при остром отравлении  $\text{CCl}_4$ , увеличивая вы-

живаемость животных, защищая целостность структуры гепатоцитов, в основном стабилизируя мембраны, увеличивая компенсаторно-приспособительные возможности клеток и их детоксицирующую функцию. Вероятно, в защитном действии амидофосфата (1) при отравлении гепатотропным ядом, может иметь значение и установленный авторами факт индуцирования микросомальных ферментов печени в тесте «гексеналового сна». Кроме того, амидофосфат (1) обладает явным желчегонным действием на фоне не токсического поражения печени. По данным параметрам амидофосфат (1) вполне сопоставим с препаратом «Эссенциале», известного как гепатопротекторный препарат.

Можно констатировать следующие эффекты амидофосфата (1):

1. антиоксидантный;
2. мембраностабилизирующий;
3. способность индуцировать микросомальные ферменты печени;
4. желчегонный.

Амидофосфат (1) относится к классу малотоксичных фармакологических соединений —  $\text{LD}_{50}$  — 4300 мг/кг (3200–5800) при пероральном введении соединения и  $\text{LD}_{50}$  — 1800 мг/кг (1250–2550) при внутривенном введении [5].

Синтезированные аминокислотные производные цитизина прошли первые клинические испытания на гепатопротекторную активность. В результате скрининговых исследований установлено, что соединение диметил-2-(N-цитизинил) -2-изобутилфосфонат оказывает защитное действие при отравлении гепатотропным ядом  $\text{CCl}_4$  и обладает выраженным гепатопротекторным действием.

### Литература:

1. Кулаков И. В., Исабаева Г. М., Нуркенов О. А., Фазылов С. Д. Синтез 3-бензил-5-(4-нитрофенил) тиазол-2(3H)-тиона на основе 4-нитрофенилоксирана, бензиламина и сероуглерода // Химия гетероциклических соединений. 2009. Т. 45. № 4. с. 631–632.
2. Юделевич В. И., Комаров Е. В., Ионин Б. И. Фосфорорганические лекарственные препараты (обзор) // Хим. — фарм. Журн. — 1985. № 6. — С. 668–685.
3. Номер патента: 2156130; авторы: Витик Андрей Зиновьевич (KZ); Гуляев Александр Евгеньевич (KZ) Газалиев Арстан Мауленович (KZ).
4. Предварительный патент РК № 36760,0-диметил-N-цитизинилфосфат, обладающий гепатопротекторной активностью / Газалиев А. М., Тулеулов Б. И., Журинов М. Ж., Шалхаров С., Алиякпаров М. Т., Гуляев А. Е.
5. Тулеулов Б. И. Синтез, строение и биологическая активность новых фосфорсодержащих производных алкалоида цитизина // Автореферат дисс. канд. хим. наук. — Караганда - 1992. — 24 с.

## Получение водорастворимых гуминовых соединений при использовании комплексона ОЭДФ

Газалиев Арстан Мауленович, академик НАН РК;  
Федорченко Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент;  
Кабиева Сауле Казжановна, кандидат химических наук, доцент;  
Жумадилов Темирлан Ниязбекович, магистрант  
Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

В данной статье рассматриваются гуминовые соединения, полученные из бурых углей путем обработки растворами щелочей. Перевод гуминовых соединений в водорастворимую форму при использовании комплексона ОЭДФ. Эксперимент и обработка результатов эксперимента проводились с использованием метода центрального композиционного планирования.

**Ключевые слова:** гуминовые соединения, гумат кальция, гумат магния, комплексон ОЭДФ.

Гуминовые соединения входят в состав практически всех видов угля, особенно высокое содержание их наблюдается в бурых углях малой стадии гумификации (до 60%) [1]. Основной компонент гуминовых соединений — гуминовая кислота, нерастворимая в воде. Для получения водных растворов создается щелочная среда, при этом гуминовая кислота переходит в растворимый гумат калия (или натрия). Гуминовое соединение является стимуляторами роста для увеличения прироста побегов, снижения опадания, повышает устойчивость растений к стрессовым факторам вегетационного периода в засушливые, влажные и холодные годы, к повышенным дозам минеральных удобрений. Стимулятор не токсичен, не мутагенен, не обладает кумулятивными свойствами, проявляет иммуностимулирующие и адаптогенные свойства [2].

Цель данного исследования — установление факторов, обеспечивающих получение водорастворимых форм гуминовых соединений, устойчивых в широком диапазоне pH среды.

### Экспериментальная часть

Для этого гуминовые соединения извлекли из углей в виде гуматов натрия путем обработки углей растворами щелочей. При добавлении к полученным растворам солей кальция или магния получали нерастворимые гуматы кальция и магния. Последние затем переводили в растворимые формы при использовании комплексона ОЭДФ (1-оксиэтилендиэфосфоновая кислота) и щелочей.

Эксперимент и обработка результатов эксперимента проводились с использованием метода центрального композиционного планирования [1]. Характеристики плана эксперимента представлены в таблице 1, а матрица планирования — в таблицах 2,3. При этом факторами эксперимента были выбраны:

- $X_1$  — объем ОЭДФ;
- $X_2$  — концентрация ОЭДФ.

Функцией отклика  $Y$  является объемом истраченного КОН для получения водорастворимой формы.

Таблица 1. Характеристика плана эксперимента

Уровень	$X_1$ (объем ОЭДФ)		$X_2$ (концентрация ОЭДФ)	
	Код	Значение, мл	Код	Значение, моль
Верхний уровень	+1	5	+1	0,15
Основной уровень	0	3	0	0,1
Нижний уровень	-1	1	-1	0,05
Интервал варьирования		10		0,05

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента для  $Ca^{2+}$

№	$X_1$ ( $V_{p-ра}$ )		$X_2$ ( $C_{ЭДФ}$ )		$Y_1$ КОН	$Y_2$ КОН	$Y_3$ КОН	$Y_{ср}$ КОН
	Код	мл	Код	моль	мл	мл	мл	мл
1	-1	1	-1	0,05	10,0	10,0	10,0	10,0
2	+1	5	-1	0,05	5,0	5,0	5,0	5,0
3	-1	1	+1	0,15	2,6	2,6	2,4	2,53
4	+1	5	+1	0,15	3,6	3,4	3,6	3,53
5	+1	5	0	0,1	4,0	3,4	3,6	3,67

6	-1	1	0	0,1	6,0	5,8	5,8	5,87
7	0	3	+1	0,15	3,0	2,6	2,6	2,73
8	0	3	-1	0,05	3,0	2,8	3,0	2,93
9	0	3	0	0,1	2,6	2,4	2,6	2,53

Таблица 3. Матрица планирования эксперимента для Mg<sup>2+</sup>

№	X <sub>1</sub> (V <sub>p-ра</sub> )		X <sub>2</sub> (C <sub>ЭДФ</sub> )		Y <sub>1</sub> КОН	Y <sub>2</sub> КОН	Y <sub>3</sub> КОН	Y <sub>ср</sub> КОН
	Код	мл	Код	моль	мл	мл	мл	мл
1	-1	1	-1	0,05	10,0	10,0	10,0	10,0
2	+1	5	-1	0,05	3,2	3,0	3,2	3,13
3	-1	1	+1	0,15	2,8	2,8	2,6	2,73
4	+1	5	+1	0,15	4,0	4,2	4,0	4,07
5	+1	5	0	0,1	3,4	3,2	3,2	3,27
6	-1	1	0	0,1	4,4	4,4	4,6	4,47
7	0	3	+1	0,15	2,4	2,4	2,6	2,47
8	0	3	-1	0,05	3,8	3,8	3,4	3,67
9	0	3	0	0,1	2,8	2,8	2,8	2,8

Уравнение регрессии, получаемое при математической обработке результатов эксперимента по данной матрице, представляет собой полином 2–ой степени

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \tag{1}$$

Математическая обработка экспериментальных данных дает следующее уравнение регрессии для определения объема гидроксида калия КОН для перевода гуматов кальция в водорастворимую форму:

$$Y = 2,52 - 1,03X_1 - 1,52X_2 + 1,5X_1X_2 + 2,31X_1^2 + 0,37X_2^2 \tag{2}$$

Аналогичное уравнение регрессии для определения объема гидроксида калия КОН для перевода гуматов магния в водорастворимую форму имеет вид:

$$Y = 2,51 - 1,12X_1 - 1,26X_2 + 2,05X_1X_2 + 1,57X_1^2 + 0,77X_2^2 \tag{3}$$

Частные уравнения, полученные из уравнений (2–3), позволяют получить графические зависимости влияния указанных факторов на процесс получения водорастворимых форм гуминовых соединений при использовании данного комплексона.

Анализ уравнений (2–3) показывает, что объем КОН, необходимый для перевода гуматов кальция и магния в водорастворимую форму уменьшается при увеличении объемов и концентраций комплексона ОЭДФ. Об этом свидетельствуют отрицательные коэффициенты при коэффициентах b1 и d2. Положительные значения при коэффициентах b11 b22 свидетельствуют о том, что с дальнейшим повышением объемов и концентраций комплексона происходит постепенное увеличение объема КОН. То есть на частных графических зависимостях возможно появление экстремальных точек (минимумов).

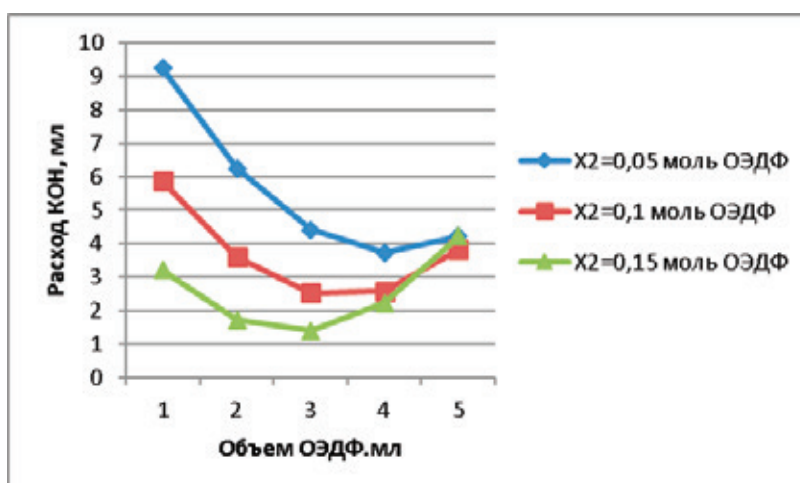


Рис. 1. Зависимость объема КОН для получения водорастворимой формы гумата кальция от объема ОЭДФ

На рисунке 2 представлена зависимость расхода щелочи КОН, необходимого для перевода гумата кальция в водорастворимую форму в зависимости от концентрации ОЭДФ.

Сложная зависимость объемов КОН от объема ОЭДФ и концентрации комплексона связана, вероятно, с образованием комплексных соединений хелатного строения.

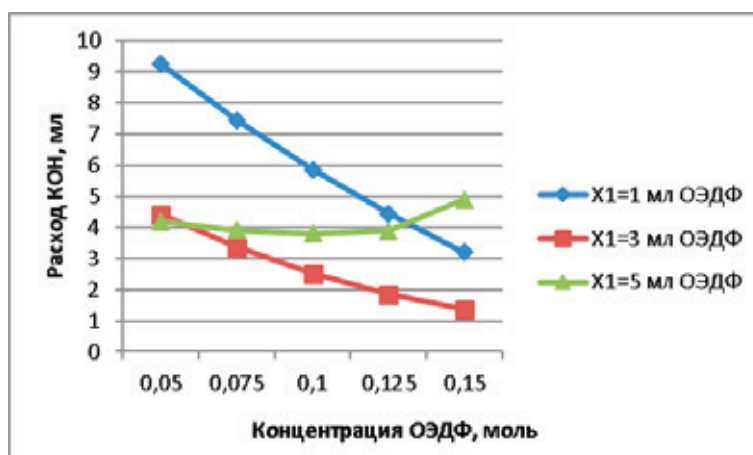


Рис. 2. Зависимость объема КОН для получения водорастворимой формы гумата кальция от концентрации ОЭДФ

На рисунке 3 и рисунке 4 представлены графические зависимости по переводу в водорастворимые формы гу-

мата магния при использовании щелочи КОН и комплексона ОЭДФ.

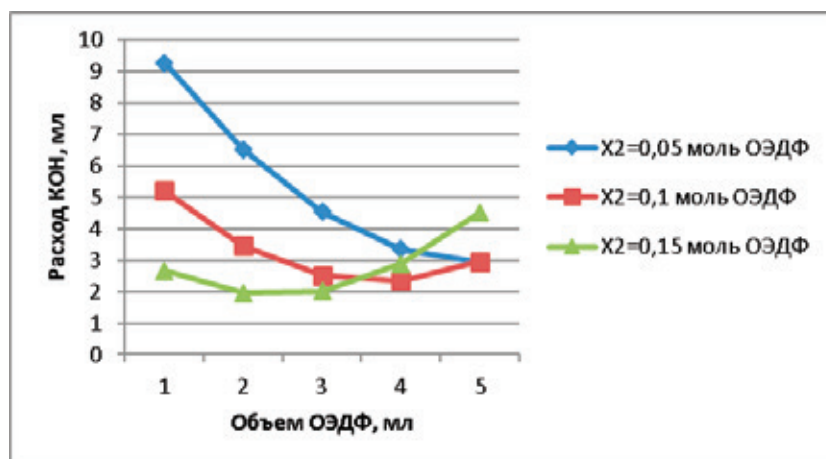


Рис. 3. Зависимость объема КОН для получения водорастворимой формы гумата магния от объема ОЭДФ

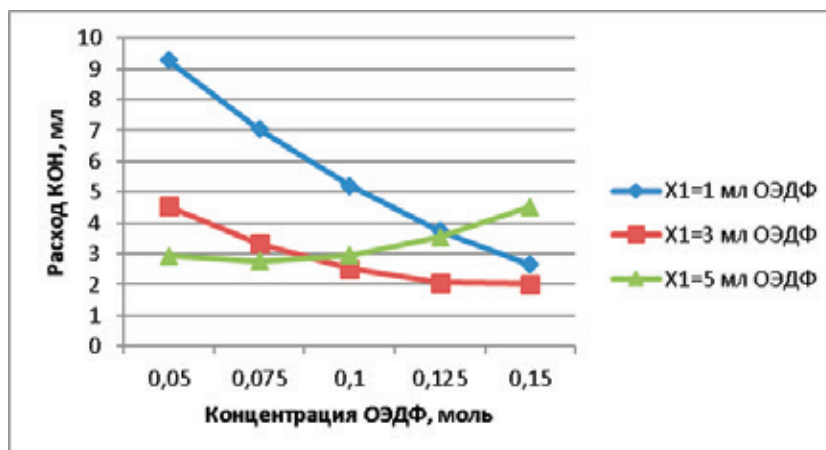


Рис. 4. Зависимость объема КОН для получения водорастворимой формы гумата магния от концентрации ОЭДФ

На рисунке 4 зависимость объема КОН при  $X1=1$  мл и  $X1=3$  мл ОЭДФ наблюдается равномерное уменьшение расхода КОН, а при  $X1=5$  мл ОЭДФ, наоборот, увеличение расхода КОН.

Вследствие того, что на графике не наблюдаются явные минимумы и максимумы, потребность находить производные для определения экстремумов отпадает.

Литература:

1. Забрамный, Т.Д., Победоносцева О.И., Победоносцева Н.И. Гуминовые кислоты и их использование. — Ташкент: Изд-во Фан, 2009—151 с.
2. [http://sadluna.com/udorenija\\_stimuljatory\\_rosta.php](http://sadluna.com/udorenija_stimuljatory_rosta.php)
3. Саутин, С. Н. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. — Л., "Химия", 1975. — 48 с., ил.

## Аналитические сенсоры с использованием вибрационной ячейки для амперометрических титрований

Дустмуродова Сабохат Жомуродовна, ассистент  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Существенным достоинством предлагаемого амперометрического детектора является минимизация объема измерительной ячейки до одного миллилитра, обуславливающая достаточно правильное и экспрессное определение субмикрочемических концентраций различных примесей в анализируемой пробе. Кроме того, поскольку при амперометрических титрованиях одним из основных факторов, оказывающих довольно сильное влияние на условия и результаты определения является интенсивность перемешивания исследуемого раствора, то нами была практически реализована замена обычного общепринятого приема на его вибрационный вариант, который в сочетании с малым эффективным объемом ячейки позволил создать аналитический сенсор с высокими эксплуатационными и метрологическими характеристиками, так необходимыми современной аналитической химии.

Электрохимический детектор — сенсор состоит из измерительной ячейки, электрической схемы, автоматической прецизионной микробюретки и самописца КСП-4 или ЛКД 4—003 (в портативном варианте микроамперметра).

Измерительная ячейка изготовлена из обычного стекла или тефлона, в форме пробирки с двумя платиновыми индикаторными электродами ( $\alpha=0,1$  мм,  $h=2,0$  мм), впаянными на ее дне на расстояние друг от друга 2,0 мм. Ячейка — пробирка закреплена к подвижной электромагнитной катушке, с частотой вертикальной вибрации до 1000 Гц и амплитудой до 2,0 мм, обеспечивающей интенсивное перемешивание анализируемого раствора в малом эффективном объеме — (до 1,0 мл). Ячейка вмонтирована (помещена) в пластмассовую цилиндрическую коробку диаметром 50 мм и высотой 100 мм.

**Вывод:** Полученные водорастворимые комплексы гуматов кальция и магния устойчивы в широком диапазоне рН среды. Реакция водорастворимых форм гуматов кальция и магния практически является нейтральной при различном сочетании щелочи и ОЭДФ.

Электрическая схема собрана на основе интегральной микросхемы К 157 УД2, поддерживающая постоянное напряжение ( $0 \div 13,3$  В) на платиновых электродах и обеспечивающая изменение величины анодного предельного тока ( $0 \div 100$  мкА) электроокисления деполяризатора. Электрическая часть установки помещена в пластмассовую коробку размерами 60X70X200 (мм).

Конструкция прецизионной поршневой автоматической микробюретки широко описана в работе [1].

Работа сенсора. Анализируемую пробу раствора металла или других веществ помещают в измерительную ячейку, кончик капилляра поршневой микробюретки, содержащий стандартный раствор, затем включают вибратор и электрохимическую схему для подачи на электроды необходимого напряжения, после чего включают микробюретку и самописец. По окончании титрования точную концентрацию определяемого компонента устанавливают по значению диаграммной ленты, заключенному между началом титрования и резким возрастанием тока электроокисления реагента (после достижения точки эквивалентности), затем показание самописца из мм переводят в мл по методикам, общеизвестным в литературе [2]. Время проведения анализа одной пробы, включая процессы пробоотбора и пробоподготовки, не превышает 5—6 мин.

Анализ модельных смесей. Для выявления конкурентоспособности предлагаемого сенсора с существующими и широко используемыми амперометрическими установками обычного варианта при прочих разных условиях проанализированы различные модельные смеси, содержащие палладий и золото. Небольшая часть результатов такого

анализа показывает, что полученные данные вполне достоверны и надежны, причем в обоих случаях относительное стандартное отклонение не более 0,187, но все же оно значительно больше при определениях амперометрической установкой с минимальным объемом анализируемой пробы, 10,0 мл и временем единичного титрования не менее 10–15 мин, что значительно уступает по некоторым метрологическим параметрам предлагаемому новому сенсору.

В заключение работы, для большего подтверждения корректности проведенного анализа и подкрепления существующая предположения о преимуществах нового сенсора, проведен анализ реальных объектов: хвостов; шламов; сплавов и концентратов.

Как видно, предложенный амперометрический сенсор несколько не уступает существующим и широко функционирующим установкам, а в отдельных случаях, даже превосходит их по некоторым метрологическим характеристикам (правильность, воспроизводимость, нижняя границ, чувствительность, селективность, экспрессность и др.). Поэтому есть предположение о том, что новый усовершенствованный амперометрический сенсор, с малым эффективным объемом ячейки и виброперемешивающим устройством получит широкое признание исследователей и найдет практическое применение в научно-производственных лабораториях различных предприятий, объединений и заводов.

Разработка аналитических сенсоров на основе амперометрических методов анализа. Длительное время в электроаналитической химии господствовало убеждение о том, что успех исследования и анализа связан со степенью чистоты поверхности электродов, поэтому электроаналитики стремились достигнуть идеальной инертной поверхности и воспроизводимости от измерения к измерению. Такой поверхностью оказалась капля ртути, вытекающая из капилляра — ртутный капаящий электрод, создание которого послужило ренессансом в электрохимии: полярография, инверсионной вольтамперометрии, амперометрии и других родственных методах. Однако, существует ряд факторов, затрудняющих и запрещающих распространение этих методов в различные сферы практического приложения: трудоемкость методик, связанных с применением ртутного капаящего электрода, а также его токсичность, сложность интерпретации результатов измерений, когда адсорбция деполаризатора и другие факторы осложняют основной электрохимический процесс [3].

Кроме ртути в последнее время для изготовления электродов используется и другие по природе материалы и композиции. Среди них наибольшее признание получили электроды из платиновых металлов, их сплавов и так называемые химически модифицированные электроды.

При модификации химическое соединение или полимерную пленку наносят специальным образом на поверхность электрода к вольтамперометрическому отклику в результате появления новых электроаналитических свойств. Не маловажен аспект сочетания свойств аналитического электрода с электрическими микродетекторами, позволяющими допускать возможность минимизации рабочего объема анализируемой пробы без существенных потерь чувствительности и селективности.

Особенно важно в аналитической практике создание системы амперометрического детектора, позволяющего проведение электрохимического определения разных металлов и других соединений в измерительной ячейке с малым эффективным объемом. При этом регистрирующая схема должна с высокой точностью и стабильностью поддерживать потенциал рабочего электрода и обладать высокой чувствительностью при измерениях анодного и катодного тока. Поэтому разработка электрохимического детектора — сенсора с высокими эксплуатационными характеристиками также является актуальной задачей современной аналитической химии.

Реализации поставленной задачи. В качестве определяемого металла был выбран  $Pd^{2+}$ , как наиболее универсального комплексообразователя, а аналитических титрантов — 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4, 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 рабочим (индикаторным) электродом служил платиновый микродиск. Приборы, методики проведения исследования и приготовления необходимых растворов описаны в литературе [2]. Амперометрическое титрование  $Pd^{2+}$  растворами 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 проводилось на различных по кислотности свойствам фоновых электролитах в неводных и смешанных средах. Установлено, что при амперометрическом титровании  $Pd^{2+}$  растворами 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 с помощью созданного электрохимического детектора и модифицированного электрода получены достаточно правильные и воспроизводимые результаты с относительным стандартным отклонением, не превышающим 0,09. Эффективный объем амперометрической ячейки во всех случаях равнялся 1 мл. полученные экспериментальные данные показывают, что разработанные электрод и электрохимическая ячейка позволяют получить надежные и достоверные результаты.

Правильность результатов и методик проверялась способами «введено — найдено» и сравнением данных, полученных другими независимыми методами, а также анализом стандартных образцов с известным содержанием  $Pd^{2+}$ . Время проведения единичного определения, не более 15 мин.

#### Литература:

1. А. М. Геворгян и др. Установка с вибрационной ячейкой для амперометрических титрований. Заводская лаборатория, 1995. — № 6. — с.9–10.

2. О. А. Сонгина, В. А. Захаров. Амперометрическое титрование. М.; Химия, 1999. — 253 с.
3. А. М. Геворгян и др. Модифицированный амперометрический детектор с вибрационной ячейкой для определения благородных металлов в природных и промышленных материалах. Докл. АН РУз. 1996. — № 8. — с.41–42.

## Определение числа электродонорства при окислении некоторых растворов органических реагентов на платиновом дисковом микроаноде в неводных средах

Дустмуродова Сабохат Жомуродовна, ассистент  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Для оптимизации условий амперометрического титрования ионов металлов растворами различных реагентов наряду с основными электрохимическими характеристиками, влияющими на форму кривых и результаты определений, одновременно также необходимо и важно установление природы и кинетики анодных токов электроокисления используемых титрантов и числа электродонорства, ибо как известно, при смешанных и кинетических по природе токов необходимо строгое термостатирование анализируемого раствора.

В качестве аналитических реагентов на ионы металлов использованы 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4, поскольку предварительные опыты по изучению комплексообразования и электрохимического поведения их на платиновом дисковом микроаноде на различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах в неводных средах были обнадеживающими.

Аппаратура при вольтамперометрическом изучении реагентов. Для исследования вольтамперного поведения используемых хелатирующих реагентов на платиновом дисковом микроаноде в неводных средах и выявления в каждом случае стадии, лимитирующей скорость электродного процесса в целом, а также для определения числа электронов, принимающих участие при электроокислении одной молекулы реагента, использовалась общеизвестная аппаратура: полярограф ППТ-1 и ПУ-1 с самопишущим потенциометром и специальной трехэлектродной ячейкой; потенциостат П-5827 М вместе с планшетным двухкоординатным самописцем ПДП-4 (ЛКД-4 003) и прилагаемой к потенциостату трехэлектродной ячейкой с термостатирующей рубашкой, через которую в процессе работы пропускалась вода от термостата ТС-16 А. Значения удельной электропроводности исследуемых растворов замерялись с помощью реохордного мостика переменного тока Р-38 (КЭЛ-1 М) в термостатированной ячейке, температура которой поддерживалась с точностью  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ .

Платиновый дисковый микроэлектрод. В полярографии в качестве твердых индикаторных электродов, в особенности в вольтамперометрии, наиболее часто принимают платиновые вращающиеся электроды, а также электроды, изготовленные из золота, платиновых металлов или гра-

фита. В данном случае в качестве рабочего (индикаторного) применяли вращающийся платиновый микродисковый электрод ( $d=1,5$  мм), изготовленный впаиванием в нижний конец стеклянной трубки ( $d=9-10$  мм и  $l=20$  см) короткого отрезка ( $l=1,0$  мм) платиновой проволоки указанных диаметров и длины с таким расчетом, чтобы его ось по возможности совпадала с осью стеклянной трубки. Нижний ее конец зашлифовывали на плоскость, перпендикулярную к оси трубки и тщательно полировали пастой ГОИ. Верхний конец трубки плотно вставляли в металлическую трубку описанного выше устройства для равномерного вращения индикаторного электрода с различными скоростями (380, 725, 1085 и 1480 об/мин).

Логарифмический анализ вольтамперограмм 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4. Для установления природы электродных процессов окисления указанных деполаризаторов на платиновом дисковом микроаноде в неводных протолитических средах (уксусная кислота, н-пропанол, ДМФА и ДМСО) на различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах (ацетаты, нитраты, хлориды и перхлораты щелочных металлов и аммония) был проведен логарифмический анализ вольтамперограмм реагентов, полученных в серии опытов в литературе правилам и приемам [1]. По каждой обнаруженной вольтамперной кривой рассчитывалась величина:

$$y = \lg \frac{I}{I_d - I}$$

Для 10–15 равноотстоящих друг от друга значений потенциала в области расположения волны реагента, затем по полученным величинам строился график в координатах  $y-x$ , где  $x$ -значение потенциала. Как правило, во всех случаях графики получились практически прямолинейными, однако, их наклоны к оси потенциалов были всегда значительно меньшими, чем можно было ожидать для обратимых процессов с числом участвующих в них электронов. Что свидетельствует о необратимости соответствующего электродного процесса окисления реагентов. Параметры  $a$  и  $b$  вычислялись на основе экспериментальных значений  $y$  и  $x$  способом наименьших квадратов по общеизвестным в литературе и приемах и процедурам [2].

По полученным значениям параметров  $a$  и  $b$  вычислялись значения потенциалов полуволны  $E_{1/2}$  и произведения  $\alpha n$  — число электронов, участвующих в электродном процессе окисления реагентов.

Поэтому, в соответствии со значениями  $\alpha n$ , полученными для всех исследованных неводных сред и фоновых электролитов окисление названных электроактивных веществ протекает полностью необратимо.

Электроокисление 1—диэтиламино-4—метил-бутин-2—ола-4 и 1—морфолино-4—метил-бутин-2—ола-4 при различных скоростях вращения микродискового электрода и температурах исследуемого раствора. Электродные процессы окисления используемых реагентов. Не сопровождающиеся образованием новой фазы в неводных протолитических средах изучены не достаточно полно (крайне слабо). Между тем. Исследование процессов позволило бы полнее и более точно установить механизм и кинетику электроокисления этих деполяризаторов в неводных и смешанных средах.

Для определения природы анодного тока окисления исследованных реагентов, прежде всего необходимо было изучить зависимость величины предельного тока ( $I_d$ ) от числа оборотов дискового микроанода. Поэтому проведенные при 24 °C и различных оборотах электрода (380, 725, 1085 и 1400 об/мин) исследования показали, что величина предельного тока окисления реагентов пропорциональна числу оборотов дискового микроанода, причем, как было обнаружено, что все четыре экспериментальные точки, отвечающие различным скоростям вращения электрода весьма хорошо укладываются на прямую, проходящую через начало координат, что свидетельствует о диффузионной природе предельного тока окисления реагентов. Выявленное ограничение предельного тока, обусловленное скоростью массопереноса было установлено для всех исследованных протолитических растворителей и фоновых электролитов. Установленный таким приемом факт позволяет считать, что к оптимизированным скоростям вращения микроанода и анодному окислению изученных электроактивных веществ вполне возможно применять уравнение конвективной диффузии для дискового вращающегося электрода, что, достаточно хорошо согласуется с литературными данными.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о том, что скорость анодного окисления исследованных деполяризаторов и использованных неводных средах и различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах лимитируется диффузией их к поверхности анода.

Диффузионная природа анодных токов окисления реагентов также была подтверждена найденным средним значением температурного коэффициента предельного тока их окисления при скорости вращения микроэлект-

рода, равной 1085 об/мин в интервале температур 24—40 °C, который равен 3,4—5,5% на градус.

Значения температурного коэффициента предельного тока вычисляли по общепринятым в литературе методам и правилам [3]. В более широком интервале температур эксперименты не проводились поскольку ниже 24 °C используемые фоновые электроды частично осаждались ввиду их ограниченной растворимости, а выше 40 °C имело место растворение агар-агарового геля соединительного мостика.

Определение числа электронов при электроокислении реагентов. Число электронов, принимающих участие в окислении одной молекулы деполяризатора на платиновом вращающемся микродисковом электроде, можно было бы определить на основе теоретического уравнения математического описания процесса для предельного тока на микроаноде, однако для применения такого способа расчета предельного тока требуется значение величин коэффициента диффузии деполяризатора в исследуемом неводном протолитическом растворителе и фоновом электролите. Между тем, величины коэффициента диффузии используемых деполяризаторов в неводных и смешанных средах в литературе отсутствуют. Применение же для этой цели приближенного значения коэффициента диффузии исследованных реагентов, рассчитанных по уравнению Стокса-Эйнштейна, мало надежно, в особенности для много электронных процессов. Расчет числа электронов по уравнению волны, как известно, дает правильные результаты лишь только в случае хорошо обратимых процессов, в которых ограничивающей стадией является доставка деполяризатора к поверхности электрода, а не стадии разряда. Подавляющее же большинство органических соединений окисляются на платиновом аноде необратимо, что не исключено для исследованных реагентов, поскольку уже полученные предварительные данные подтвердили такой факт.

В связи с этим было решено определить число электронов, участвующих в электроокислении одной молекулы реагента кулонометрическим методом непосредственно по общеизвестному уравнению Фарадея.

Количество электричества находили графическим интегрированием значений тока, исправленных на ток фона, в пределах от нуля до времени завершения электролиза, т.е. путем определения площади фигуры, ограниченной между кривыми зависимости величины тока от времени полного завершения электролиза раствора реагента, электролиза фона ординатами  $t=0$  и  $t=t_{эл.}$ .

Было установлено, что при электроокислении 1—диэтиламино-4—метил-бутин-2—ола-4 и 1—морфолино-4—метил-бутин-2—ола-4 на платиновом дисковом микроаноде на различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах и протолитических средах число электронодонорства близко к 1.

#### Литература:

1. Галюс, З. Теоритические основы электрохимического анализа. М.: Мир. — 1974. — 187 с.



2. Манн, Ч. К., Барнес К. К., Электрохимические реакции в неводных системах. М.: Химия. — 1974. — 479 с.
3. Дамаскин, Б. Б., Петрий О. А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высшая школа. — 1983. — 399 с.

## Неводное амперометрическое титрование палладия (II) растворами 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4

Дустмуродова Сабохат Жомуродовна, ассистент  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Амперометрическое титрование ионов металлов в неводных и смешанных средах различными комплексами позволяет расширить их аналитические возможности и упростить решение многих сложных прикладных аналитических задач. Это связано, прежде всего с тем, что природа растворителя оказывает довольно сильное влияние на прочность образующегося комплекса, причем не одинаково для различных катионов, что обуславливает избирательность и экспрессность метода. Кроме того, методы неводной комплексиметрии успешно решают проблему точного и селективного определения металлов в объектах органического происхождения, а также непосредственно в экстрактах, получаемых при экстракционном разделении или концентрировании. В данной работе приводятся результаты по подбору оптимальных условий амперометрического титрования 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 в неводных протолитических средах, на различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах. В работе [1] приведены природы анодных токов электроокисления 1-морфолино-4-метил-гексин-2-ола-4 в неводных растворах.

Реагенты и аппаратура. Исходный 0,002 М раствор  $\text{Na}_2\text{PdCl}_4$  и 0,01 М растворы 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-2 готовили растворением соответствующих навесок этих реагентов в уксусной кислоте (н-пропаноле, ДМФА и ДМСО). Концентрацию палладия (II) определяли амперометрически по 0,01 М раствором иодида калия по известной в литературе методике [2]. Растворы палладия (II) меньших концентраций получали разбавлением исходных растворов соответствующим протолитическим растворителем.

Приборы и установки, выпускаемые промышленностью для проведения амперометрических титрований довольно разнообразны, мало чувствительны, не точны и сильно отличаются по своим техническим, метрологическим и другим характеристикам, к тому же они не всегда пригодны при проведении серийных и специальных анализов природных и промышленных объектов. Поэтому, как правило, электрохимии часто предпочитают собственную конструкцию. При проведении амперометрического титрования в водных, неводных и смешанных рас-

творах с одним или двумя поляризованными электродами авторы использовали установку, принципиально отличающуюся от серийной, описанную в работе [3], которая обеспечивает более высокую точность и чувствительность индикации конечной точки титрования. Амперометрическое титрование проводили на установке с двумя вращающимися (1000 об/мин) на общей оси электродами из платиновой проволоки.

В соответствии с вольтамперометрическим поведением 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 и других продуктов. Принимающих участие в электрохимических процессах на платиновом дисковом микроаноме в протолитических средах амперометрическое титрование палладия (II) необходимо проводить при напряжении поляризации 0,75–1,15 В, в зависимости от природы и концентрации фонового электролита (ацетаты, нитраты, хлориды, перхлораты щелочных металлов и аммония). Индикаторный ток, при этом должен возникать за точной эквивалентности вследствие окисления свободного реагента и восстановления растворенного кислорода воздуха.

Эксперименты показали, что в исследованных средах и фонах (0,15–0,40 М) палладия (II) растворами 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 титруется довольно хорошо и достаточно быстро, причем форма кривой совпадает с ожидаемой, лишь с некоторым постоянством тока в начале титрования с последующим резким переходом (изломом) в конечной точке титрования.

Определение палладия (II) в индивидуальных растворах. Было установлено. Что при титровании палладия (II) имеет место эквивалентное соотношение  $\text{Pd: реагент} = 1:1$ , при этом титруемый раствор приобретает красновато-коричневую окраску. При переходе от ацетатных фонов к перхлоратным, содержанием некоторое количество хлорной кислоты, форма кривой титрования палладия (II) значительно ухудшается, приводящее в конечном счете к понижению воспроизводимости и правильности результатов, что объясняется повышением кислотности анализируемой среды, при переходе от ацетатов к перхлоратам.

Полученные результаты при определении различных концентраций палладия (II) раствором 1-морфоли-

но-4-метил-бутин-2-ола-4 в 10 мл исследуемого раствора в оптимальных условиях свидетельствуют о хорошей точности разработанной методики. Изучено влияние на правильность и воспроизводимость титрования палладия (II) добавок к уксусной кислоте, н-пропанолу. ДМФАи ДМСО таких часто и широко применяемых в качестве экстрагентов инертных растворителей, как хлороформ, тетрахлорметан, бензол, толуол, гексан, метилэтилкетон, диоксан, гептан и др. Условия были такими же, как и при титровании палладия (II) в его индивидуальных растворах, с той лишь разницей, что содержание протолитического растворителя в анализируемой пробе регулировалось в строгом соответствии с объемом добавленного инертного растворителя. Вследствие снижения растворимости фонового инертного растворителя. Вследствие снижения растворимости фонового электролита в этих условиях до значений менее 0,2 М по влиянием больших добавок инертного растворителя концентрацию фона (начиная с 40–50 об.% инертного растворителя) необходимо было непрерывно уменьшить вплоть до значений порядка 0,05 М. Добавление любого из названных выше растворителей в количестве до 10–2–об.% (в зависимости от природы растворителя) практически не меняют форму кривой титрования. При дальнейшем повышении содержания растворителя правая ветвь кривой титрования становится менее круто наклонной к оси объемов. По этой же причине при содержаниях растворителя выше 50–60 об.% ухудшается воспроизводимость и правильность определений палладия (II).

Выявленный характер влияния инертных растворителей на вид кривой титрования объясняется резким снижением электропроводности титруемого раствора при высоком содержании инертного растворителя в протолитической среде, приводящему к значительному и непре-

рывно возрастающему с ростом индикаторного тока омическому падению напряжения в анализируемом растворе.

Определение палладия (II) в модельных смесях. Возможность амперометрического титрования палладия (II) растворами 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 проверена на различных искусственных смесях солей (имитирующих природные и промышленные материалы), содержащих большие количества других металлов, часто и широко сопутствующих палладию в природе. Определение палладия (II) возможно двумя способами: непосредственно в аликвоте анализируемой пробы при строгом соблюдении всех условий оптимизации по оценке степени влияния различных посторонних катионов, также образующих прочные комплексы с изученными реагентами; и другой прием, заключающийся в сочетании предварительного экстракционного отделения палладия (II) от других элементов с последующим его титрованием стандартным раствором 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 непосредственно в аликвоте полученного экстракта после разрушения в ней экстракционного реагента и комплекса, а также добавления необходимых количеств протолитического растворителя и фона.

Данные титрования показывают, что разработанные амперометрические методики определения палладия (II) растворами 1-диэтиламино-4-метил-бутин-2-ола-4 и 1-морфолино-4-метил-бутин-2-ола-4 отличаются высокими экспрессностью, селективностью и воспроизводимостью с относительным стандартным отклонением, не превышающим 0,133.

Достигнутые метрологические характеристики разработанных методик позволили использовать их в аттестационном анализе материалов черной и цветной металлургии.

#### Литература:

1. Геворгян, А. М. и др. Определение природы анодных токов электроокисления 1-морфолино-4-метил-гексин-2-ола-4 в неводных растворах. Деп. В ГФНТИ ГКНТ РУз., № 1817 — Уз 93. 1993. — 7 с.
2. Лайтинин, Г. Л. Химический анализ. М.: Химия. — 1966. — 314 с.
3. Геворгян, А. М. и др. Установка для амперометрических титрований благородных металлов растворами 1-морфолино-4-метил-гексин-2-ола-4 и 2,4,6-триметилпиримидина. Тез. докл. Международного симпозиума по аналитической химии. — Термез, 1995. С.40.

## Характеристика и получение этилового спирта в производстве

Исмаилова Халават Джаббаровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Сафарова Гулжахон Эштемировна, преподаватель  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Этилен  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , пропилен  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2$ , бутилен  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ , бутадиев (дивинил)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  будучи очень реакционно способными соедине-

ниями, играют важную роль в промышленности органического синтеза. Из многочисленных реакций, в которые вступают олефины, наибольшее практическое значение

имеют процессы полимеризации (полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, и др.), гидратации (спирты), хлорирования (дихлорэтан, хлористый аллил и т.п.), окисления (окись этилена), оксосинтеза и некоторые другие реакции.

Широкое распространение получили процессы гидратации олефиновых углеводородов. Таким способом получают этиловый, изопропиловый, и другие спирты. Этиловый спирт (этанол, метилкарбинол, винный спирт)  $C_2H_5OH$ , мол.в. 46,07 — важнейший представитель предельных одноатомных спиртов. Этиловый спирт — бесцветная, легко подвижная жидкость со жгучим вкусом и характерным запахом; т. кип.  $78,3^{\circ}C$ ; т. затв. —  $112^{\circ}C$ ; плотность  $0,789\text{ г/см}^3$ ; границы взрывоопасных концентраций этилового спирта в воздухе 3,28—18,95 об.%; предельно допустимая концентрация паров этилового спирта в воздухе 1000 мг/м. Этиловый спирт смешивается в любых соотношениях с водой, спиртами, эфиром, глицерином, бензином и др. Органическими растворителями, горит бесцветным пламенем.

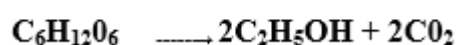
Этиловый спирт по объему производства занимает первое место среди всех других органических продуктов. Он широко применяется как растворитель и как исходное соединение для различных синтезов. Особенно большие количества этилового спирта расходуются в производстве синтетического каучука.

Этиловый спирт используется также как исходный продукт для производства этилацетата, диэтилового

эфира и многих других продуктов органического синтеза. Этиловый спирт может быть получен одним из следующих методов: брожением пищевого сырья (зерна, картофеля и др.), а также отходов сахарного производства — мелассы; гидролизом растительных материалов, переработкой сульфитного щелока, гидратацией этилена [4].

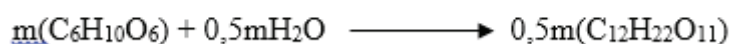
Наибольшее значение имеют получение этилового спирта гидратацией этилена и сбраживанием сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки. Сущность спиртового брожения состоит в том, что виноградный сахар (глюкоза)  $C_6H_{12}O_6$  в присутствии вещества, вызывающего брожение, через ряд стадий превращается в этиловый спирт и двуокись углерода:

зимаза (дрожжи)



В промышленности для получения спирта пользуются не природным виноградным сахаром, а крахмалом картофеля, хлебных злаков, отходами сахарных заводов. Крахмал предварительно осахаривают под действием особого энзима — диастаза, находящегося в солоде (проросших зернах ячменя или ржи). Осахаривание идет с присоединением воды к крахмалу; при этом образуется дисахарид — мальтоза  $C_{12}H_{22}O_{11}$ :

диастаз (солод)



В процессе брожения под влиянием энзима мальтоза гидролизуется в глюкозу:

мальтоза (дрожжи)



Глюкозу потом подвергают спиртовому брожению. Мальтоза, как и зимаза, вырабатывается быстроразмножающимися дрожжевыми грибами.

Основными видами пищевого сырья для получения этилового спирта являются картофель и зерновые культуры. Пищевое сырье вначале очищают от пыли, грязи и механических примесей, оболочку толстокожурного зерна разрушают на вальцах, жерновах или других приспособлениях, после чего очищенный материал разваривают острым паром под давлением в течение 45—110 мин (в зависимости от вида сырья); при этом к зерну прибавляют воду. После разваривания массу выпускают через выдувное отверстие разваривающего аппарата; при этом происходит перепад давления от 4—5 ат до 0,2—0,5 ат (избыточных), вследствие чего оболочки клеток разрываются и сырье превращается в однородную жидкую массу, поступающую в заторный чан. В этот же чан для осахаривания крахмала вводят фер-

ментативный препарат — солод, который получают из проросшего в особых условиях зерна (ячменя, ржи, проса). После добавления солода массу выдерживают 10—15 мин при  $61^{\circ}C$  для ее стерилизации, а также растворения и осахаривания крахмала. По окончании осахаривания массу охлаждают до  $30^{\circ}C$ , после чего в нее вводят дрожжи. Полученную массу охлаждают до  $22-26^{\circ}C$  (двухсуточное брожение) или  $15-18^{\circ}C$  (трехсуточное брожение) и перекачивают в бродильные чаны. Кроме этилового спирта при брожении образуются: глицерин, янтарная кислота, метиловый спирт, сивушные масла, сложные эфиры и др.

Длительность брожения при непрерывном методе составляет 60—65 часов, содержание э.с. в зрелой бражке 8—10 об.%. Бражка поступает в брагоперегонный аппарат, из которого отгоняют этиловый спирт и летучие примеси. Остающийся в аппарате твердый продукт — барда (4,5—7,4%), используется на корм скоту. Крепость получаемого при перегонке спирта-сырца должна быть не менее 88% (объемн.) Из спирта-сырца очисткой его от примесей получают спирт-ректификат (95,5%). На рис. 1 приведена схема производства этилового спирта из пищевого сырья, включающая процессы разваривания и осахаривания крахмала [4].

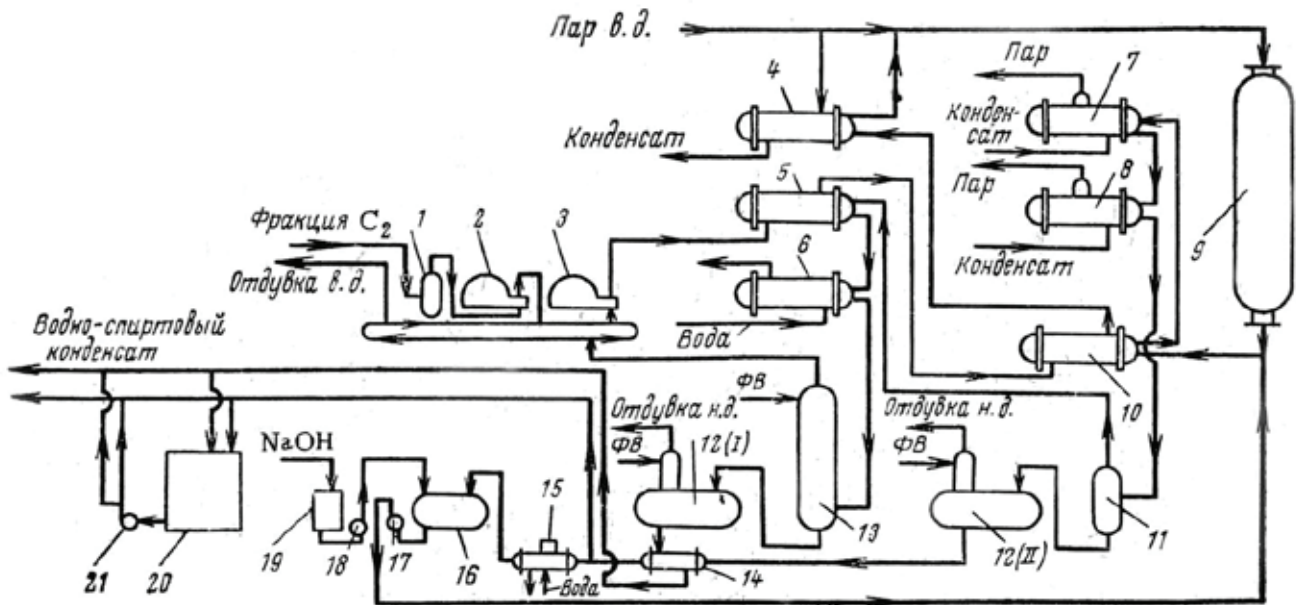


Рис. 1. Схема отделения прямой гидратации этилена: 1 — буфер; 2 — компрессор свежего этилена; 3 — компрессор циркулирующего газа; 4 — паровой подогреватель; 5, 10, 14 — теплообменники; 6, 15 — холодильники; 7, 8 — котлы-утилизаторы, 9 — реактор; 11 — сепаратор; 12 (I), 12 (II) — газоотделители; 13 — скруббер; 16, 20 — ёмкости; 17, 18, 21 — насосы; 19 — сборник; ФВ — фузельная вода

Разработан новый способ получения этанола — *прямая гидратация этилена*, сделав его тем самым более экономичным. Более того, прямая гидратация позволяет получить более высокий выход продукта и отличается высокой экологичностью.

При производстве синтетического этилового спирта сырьем служит этилен, который получается при пиролизе газового сырья или нефтяных дистилляторов. Для получения этилового спирта этилен подвергается сернокислотной или прямой гидратации на твердых фосфорнокислых катализаторах. Трудовые затраты при производстве этилового спирта из пищевых продуктов или древесных опилок очень велики, поэтому значительно выгоднее исходить из дешевого углеводородного сырья и получать спирт гидратацией этилена [2].

Прямая гидратация этилена имеет ряд преимуществ перед сернокислотным методом: исключение расхода серной кислоты и минимальные потребности в других реагентах, кроме этилена и водяного пара, одностадийность процесса, более высокий выход спирта. Недостатками прямой гидратации является частая замена катализатора и использование более дорогих концентрированных этиленовых фракций. Процесс синтеза этилового спирта прямой гидратацией этилена технически более прогрессивен, чем сернокислотной гидратацией, поэтому он получил значительно большее распространение в промышленности. Характерной особенностью процесса прямой гидратацией этилена является низкая конверсия исходного сырья — порядка 5% за один проход. Таким образом, для полного использо-

вания этилена он должен быть пропущен через систему 18–20 раз.

Присоединение воды к олефинам всегда происходит по правилу Марковникова. Поэтому первичный спирт можно получить только из этилена; из других олефинов получают вторичные или третичные спирты [3].

Прямой гидратацией этилена называется обратимый экзотермический процесс непосредственного (без образования промежуточных продуктов) присоединения воды к этилену в присутствии катализатора с образованием этилового спирта:

Степень превращения этилена за один проход через реактор составляет 3,5–4,8%. Непрореагировавший этилен возвращается в реактор (рециркулирует), пары воды и спирта конденсируются в системе теплообменников и холодильников, а циркулирующий газ при этом охлаждается. Водно-спиртовой конденсат отделяют от циркулирующего газа в сепараторах и направляют на ректификацию. Из всего количества этилена, вступившего в реакцию, только 95–98,5% превращается в спирт, а остальное — в диэтиловый эфир, ацетальдегид, полимеры. С целью повышения степени превращения этилена в спирт поддерживают высокую концентрацию этилена в циркулирующем газе (90% масс, и более). При этом необходимо, чтобы концентрация этилена в свежей этиленовой фракции, поступающей с газоразделительной установки, была равна 99% (масс) [1].

При ректификации водно-спиртового конденсата из него получают 93–94%-ный спирт. Из выделенного кон-

центрированного спирта удаляют небольшие количества ацетилена.

### Заключение

Производство этилового спирта в нашей стране играет важную роль в народном хозяйстве.

Гидратация этилена — наиболее эффективный способ производства этилового спирта, позволяющий экономить по сравнению с его получением из пищевого сырья на 1 т этилового спирта около 4 т зерна или до 12 т картофеля.

На получение 1 т этилового спирта из пищевого сырья затрачивается от 160 чел. — час (из зерна) до 280 чел. — час. (из картофеля), из нефтехимического сырья — 10 чел. — час.; значительно меньше капитальных затрат требуется на строительство заводов синтетического эти-

лового спирта по сравнению с заводами пищевого этилового спирта.

Метод получения этилового спирта сернокислотной гидратацией этилена в настоящее время несколько устарел, кроме того он является небезопасным. Опасность данного метода обуславливается прежде всего использованием концентрированной серной кислоты и жёсткими технологическими параметрами процесса. Использование того или иного способа производства во многом обуславливается качеством сырья, а именно — содержанием этилена в исходной фракции.

Прямая гидратация этилена имеет ряд преимуществ перед сернокислотным методом: исключение расхода серной кислоты и минимальные потребности в других реагентах, кроме этилена и водяного пара. Кроме того, процесс прямой гидратации этилена протекает в одну стадию, что обуславливает более высокий выход спирта.

### Литература:

1. Лебедев, Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. Изд. 3-е, перераб. М., Химия, 1981 г.
2. Справочник. Расчёты химико-технологических процессов. Под общей редакцией проф. И. П. Мухлёнова. Л., «Химия», 1976 г.
3. Юкельсон, И. Ю. Технология основного органического синтеза. М., Химия, 1968 г.
4. Исмоилова, Х. Д. «Органическая химия» Изд. Илм зиё 2007 г.

## Состав, структура, устойчивость dI-тарtratoв циркония (IV) в водных растворах

Лушникова Лиля Каюмовна, старший преподаватель  
Оренбургский государственный медицинский университет

Определения состава, устойчивости и доли накопления dI-тарtratoных комплексов циркония (IV) в водном растворе методом рН-метрии и математического моделирования равновесий, в широком диапазоне рН при мольном соотношении 1:1, 1:2 и 1:3.

До некоторого времени не был в достаточной степени изучен вопрос о состоянии циркония в водных растворах. Были предложены формулы некоторых комплексных ионов, таких, как  $[(ZrO(SO_4)_2]^{2-}$  и  $[ZrOCl_4]^{2-}$ . Отличительной особенностью водных растворов циркония является значительное число образующихся различных комплексных ионов, высокая степень гидролиза их соединений, склонность к образованию полимерных соединений [1]. Гидролиз циркониевых соединений оказывает определенное влияние на свойства растворов циркония. С процессом гидролиза соединений циркония (IV) в растворе, связано образование полимерных соединений. На их образование в растворах указывают многие явления, которые протекают при потенциометрическом титровании, экстрагировании и нейтрализации [2].

Если рассматривать комплексные ионы  $Zr^{4+}$  в растворах, то нужно учитывать координацию молекул воды. При образовании устойчивого комплексного иона с ионной связью требуется; чтобы не только центральный ион имел большой заряд и малый радиус, но и лиганд в достаточной степени удовлетворял указанным условиям. Имея донорные свойства и обладая значительным дипольным моментом, вода образует устойчивые акваионы характеризующиеся ионным типом связи. Первостепенной задачей при исследовании аквакомплексов должно являться определение условия кислотности, при которых они существуют в присутствии анионов, не являющихся комплексообразователями [3].

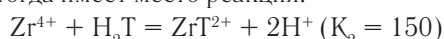
Комплексообразование циркония с оксикислотами исследовалось при различных условиях (рН, концентрации растворов).

С использованием радиоактивных изотопов циркония, при концентрации протонов 2 моль/л, цирконий образует в растворе с некоторыми оксикарбоновыми кислотами следующие комплексы: тарtratoы  $MeHT^{3+}$  малаты  $MeHMal$ ,  $Me(Lact)^{2+}$  триоксиглутараты  $MeHTog$  и  $Me$

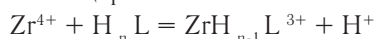
(НТог)<sup>2</sup>. Если меньшая кислотность раствора, цирконий образует с оксикислотами комплексы с соотношением компонентов 1:1 и 1:2, в двумольном растворе хлорной кислоты, цирконий взаимодействует с винной кислотой, образуя комплексы состава 1:1. В области концентраций ионов водорода 1,6–2,0 моль/л из молекулы винной кислоты выделяется один ион водорода, и реакция может быть описана уравнением:



Если концентрация, ионов водорода меньше 1,6 моль/л, от кислоты, отщепляется два иона водорода, и тогда имеет место реакция:



Несмотря на одинаковое соотношение, металл: лиганд при разных концентрациях ионов водорода, состав комплексов может быть различным, состояние ионов циркония в растворах зависит от кислотности среды. С уменьшением концентрации ионов водорода в растворе усиливается гидролиз металла или реакция может проходить с отщеплением разного числа протонов от молекулы оксикарбоновой кислоты [4]. Наиболее вероятно взаимодействие циркония с оксикислотами по уравнению:



#### Экспериментальная часть

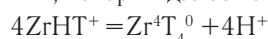
В работе для определения устойчивости комплексных соединений и состава, мы применяли рН-метрический метод совместно с методом математического моделирования. В эксперименте использовались цирконийхлорид, марки ХЧ, dl-винная кислота. Растворы готовились на бидистилляте. Концентрацию ионов циркония (IV) определяли стандартным раствором ЭДТА в присутствии ин-

дикатора СПАНДС. Концентрацию винной кислоты определяли титрованием раствором гидроксида натрия концентрацией, в присутствии индикатора фенофталеина [5]. Активность протонов определяли на рН-метре. Моделирование равновесий в системе  $\text{Zr}^{4+}$  dl-винная кислота, и расчет констант устойчивости образующихся комплексов и их вклада в среднюю степень оттитрованности проводили с использованием программ CPESSP Ю.И. Сальникова.

#### Результаты и их обсуждения

Методом рН-метрического титрования мы изучили комплексообразование в системе цирконий (IV) dl-винная кислота [5]. Комплексообразование иона циркония (IV) с винной кислотой начинается в кислой среде ( $\text{pH} < 2$ ) и приводит к образованию ряда комплексов. Нами проведено исследование системы  $\text{ZrOCl}_2$  — винная кислота методом рН метрического титрования в интервале рН 1,9–11,00. Для системы цирконий (IV) —  $\text{dlH}_4\text{T}$  на рис.1 представлены зависимости функции образования Бьеррума от рН для соотношения металл: лиганд 1:1, 1:2 и 1:3.

Комплексообразование dl-винной кислоты начинается в кислой среде (рис.1) на начальном этапе образуется  $\text{ZrHT}^+$ , который далее тетрамеризуется по схеме:



Далее процесс комплексообразования сопровождается установлением равновесия, где последовательно оттитровываются восемь протонов.

Можно отметить что в областях рН от 2 до 5 для соотношения 1:2 и 1:3 поведение кривых от концентрации иона циркония (IV) не зависит, функция Бьеррума плавно растёт, наблюдается точка перегиба. При соотношении

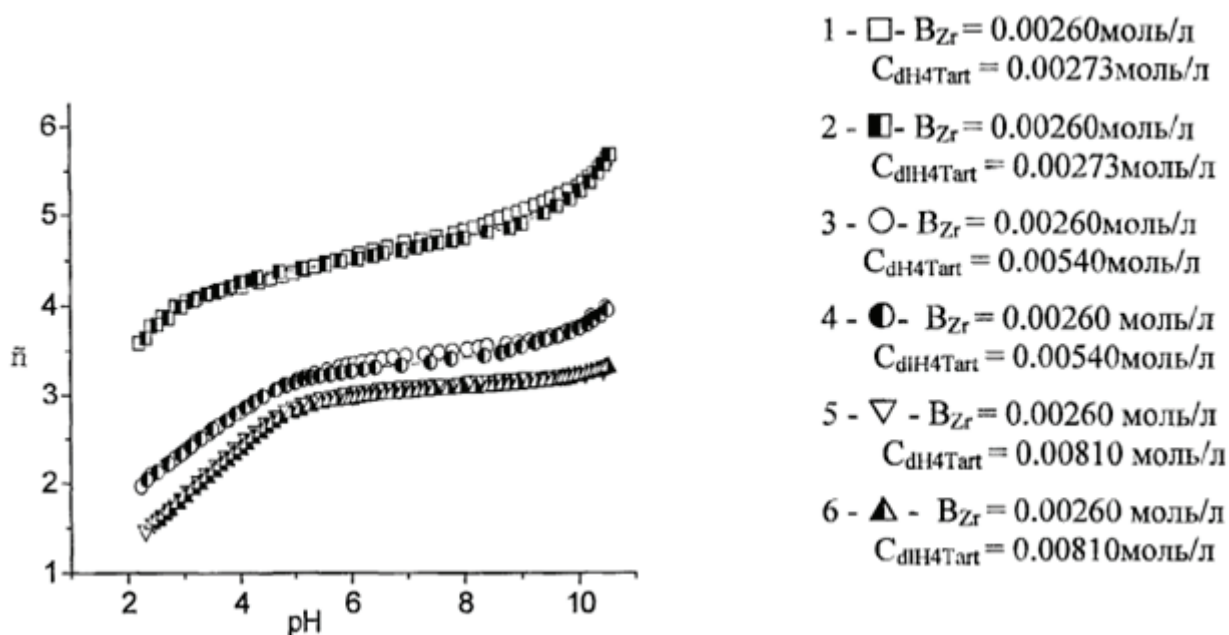


Рис. 1. Зависимость функции Бьеррума от рН для системы цирконий (IV) dl-винная кислота

концентраций 1:1 образование комплексов состава металл: лиганд 1:1 и 4:4. Увеличение концентрации лиганда в два раза ведет к образованию комплекса состава 1:2 и 4:8. При соотношении реагентов 1:3, процессы комплексообразования описывают комплексы состава 1:2, 4:8 и 1:3. В диапазоне pH=4,5 до 10 преобладают ком-

плекс Zr (HT)<sub>3</sub><sup>5-</sup>. При pH=7 доля комплекса состава Zr<sub>4</sub>(HT)<sub>3</sub>T<sub>5</sub><sup>13-</sup> увеличивается. В сильнощелочной среде происходит разрушение тетраядерного комплекса с высвобождением кислоты.

Состав и константы образования dl-тарtratов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Константы образования dl-тарtratов являются «эффективными», отражают вклад всех возможных изомеров

№	КОМПЛЕКС	Стехиометрическая матрица			(dl-) lgβ <sub>q</sub>
		H <sub>4</sub> T (q)	Zr <sup>4+</sup> (p)	H <sup>+</sup> (r)	
1	ZrHT <sup>+</sup>	1	1	3	1.16+ 0.03
2	Zr4T 4 <sup>0</sup>	4	4	16	2.52±0.15
3	Zr4 (OH) T-4	4	4	17	1.73 ±0.09
4	Zr4 (OH) 2T 4 <sup>2-</sup>	4	4	18	-2.30 ± 0.09
5	Zr4 (OH) 3T 4 <sup>3-</sup>	4	4	19	-8.52 ±0.11
6	Zr4 (OH) 5T 4 <sup>5-</sup>	4	4	21	-26.47± 0.11
7	Zr (H2T) HT <sup>-</sup>	2	1	5	-1.10+ 0.15
8	Zr (H2T) 2 <sup>2-</sup>	2	1	6	-4.83 ± 0.23
9	ZrT 2 <sup>4-</sup>	2	1	8	-18.68 ±0.12
10	Zr4 (H3T) 4 (H2T) 4 <sup>4+</sup>	8	4	12	20.48 ±0.12
11	Zr4 (HT) 5T 3 <sup>11-</sup>	8	4	27	-22.49± 0.21
12	Zr4 (HT) 4T 4 <sup>12-</sup>	8	4	28	-28.82± 0.18
13	Zr4 (HT) 3T 5 <sup>13-</sup>	8	4	29	-34.05± 0.15
14	Zr (H3T) 2 (H2T) <sup>0</sup>	3	1	4	3.80± 0.12
15	Zr (H2T) 3 <sup>2-</sup>	3	1	6	-1.34±0. 21
16	Zr (H2T) (HT) 2 <sup>4-</sup>	3	1	8	-8.67± 0.12
17	Zr (HT) 3 <sup>5-</sup>	3	1	9	-13.41+ 0.11
18	Zr (HT) 2T <sup>6-</sup>	3	1	10	-22.69± 0. 14

Таким образом, как показали расчеты комплексообразование циркония (IV) в водных растворах dl-винной кис-

лоты сопровождается образование тетрамерных комплексов в интервале pH 1,9–11,0.

Литература:

1. Елинсон, С. В. Аналитическая химия циркония и гафния. М.: Наука, 1965. — 240 с.
2. Конунова, Ц. Б. Координационные соединения циркония и гафния с органическими лигандами. Кишинев: Штиица, 1975. 224
3. Слободов, А. А. Термодинамический анализ химических взаимодействий циркония с водными растворами / А. А. Слободов, А. В. Крицкий, В. И. Зарембо, Л. В. Пучков // Журн. приклад. химии. 1992. Т. 65. с. 1031–1041.
4. Пятницкий, И. В. Исследование и аналитическое применение комплексов тарtrat — кобальт — алюминий (цирконий, висмут) / И. В. Пятницкий, Л. М. Глущенко, Е. А. Погребная // Журнал аналитической химии. — 1974
5. Шарло, Г. Методы аналитической химии. М.: Мир, 1965. 950 с.

## Изомеризация *n*-гептана на Pt-содержащих катализаторах, содержащих редкоземельные и переходные элементы

Мамедова Айтэн Закир гызы, диссертант;  
Мирзалиева Сакина Эйваз гызы, кандидат химических наук, доцент;  
Ахмедов Эльдар Иса оглы, доктор химических наук, зав. кафедрой;  
Ахмедова Наргиз Фирудин гызы, кандидат химических наук, научный сотрудник  
Бакинский государственный университет (Азербайджан)

*Изучена изомеризация *n*-октана на Pt-цеолитных катализаторах с редкоземельными переходными элементами. Установлена высокая активность Pt-цеолитных катализаторов, содержащих два поливалентных катиона, и показано, что редкоземельные и переходные элементы влияют на активность и селективность Pt-цеолитных катализаторов путём регулирования количества и силы кислотных центров.*

**Ключевые слова:** изомеризация, *n*-гептан, Pt-содержащие катализаторы

Природа поливалентного катиона в значительной степени определяет активность металлоцеолитных катализаторов в реакциях превращения углеводородов, протекающих по карбоний-ионному механизму [1–3]. В литературе имеются многочисленные работы по исследованию каталитических свойств металлоцеолитных катализаторов поливалентными катионами в реакциях изомеризации *n*-парафиновых углеводородов C5–C6 [4–6]. Однако металлцеолитные катализаторы, содержащие редкоземельные металлы (РЗЭ) и переходные элементы в реакции изомеризации *n*-октана, в этом аспекте изучены недостаточно.

В настоящем сообщении приводятся данные о влиянии природы катионов РЗЭ и переходных элементов на каталитические и кислотные свойства Pt-цеолитного катализатора (Pt/CaY) в реакции изомеризации *n*-октана.

### Экспериментальная часть

В качестве катализаторов использовали Ca-, РЗЭ-Ca-, Ni-Ca, Cr-Ca и Co-Ca- цеолита Y с мольным отношением SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, равным 5, содержащие 0,5% платины. Приготовленные катализаторы содержали 25 мас. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в качестве связующего компонента. Методика приготовления катализаторов была аналогично описана в [4]. Изомеризацию *n*-октана проводили на проточной установке с загрузкой 5 см<sup>3</sup> катализатора при температуре 533–573К, давлении 0,1МПа, мольном отношении H<sub>2</sub>: C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, равном 5, и объёмной скорости по октану 1ч<sup>-1</sup>. Анализ продуктов реакции осуществляли на хроматографе марки Agilent 7890А с капиллярной колонкой длиной 100м, заполненной ДВ-Petro. Определение спектра кислотных центров на поверхности катализаторов проводили термодесорбцией аммиака [7]. По этой методике были определены количества (мкмоль · г<sup>-1</sup>), соответствующие принятой нами условной классификации концентраций различных по силе кислотных центров: средних (573К), сильных (673К) и очень сильных (773К). Данные о кислотности Pt-цеолитных катализаторов приведены в табл. 2. ИК-спектры регистрировали спектрометром «Varian 3600 FT/IR» в области 3000–4000 см<sup>-1</sup> [8].

Как видно из данных табл. 1, при температуре 533К Ca-форма цеолита обладает низкой активностью в реакции изомеризации *n*-октана.

Повышение температуры реакции до 573К существенно увеличивает выход изооктанов с 20,1 до 39,2 мас. %. Однако при этом происходит снижение селективности катализатора с 89,6 до 77,0%. Замещение 5% катионов кальция на катионы Cd<sup>+3</sup> и Ho<sup>+3</sup> способствует резкому увеличению активности и селективности катализатора Pt/CaY. Следует отметить, что наиболее сильное промотирующее действие катионов РЗЭ<sup>+3</sup> сказывается при низкой температуре реакции. Например, при 553К выход изооктанов возрастает до 53,2–53,6 мас. %. Повышение температуры реакции до 573К существенно снижает селективность изомеризации с 86,6–87,1% до 79,8–81,1%.

Из табл. 1 видно, что подобно катиону РЗЭ<sup>+3</sup>, введение катионов Cr<sup>+3</sup>, Co<sup>+2</sup>, Ni<sup>+2</sup> в составе катализатора Pt/CaY увеличивает его активность и снижает на 10–20К температуру проведения реакции изомеризации *n*-октана. Причём катализатор, модифицированный катионами Cd<sup>3+</sup> и Ho<sup>+3</sup>, проявляет более высокую активность, чем катализаторы, модифицированные катионами кобальта, хрома и никеля. Максимальный выход изооктанов на катализаторе Pt /РЗЭ<sup>+3</sup>CaY достигается при 553К и составляет 53,2–53,6 мас. % при селективности 86,6–87,1%. Катализатор Pt/CoCaY также проявляет высокую селективность в реакции изомеризации *n*-октана. На этом катализаторе при 553К выход изооктанов составляет 51,2 мас. % при селективности 89,8%. Катализаторы Pt/CrCaY и Pt/NiCaY проявляют существенно низкую активность и селективность.

На этих катализаторах при 553К выход изооктанов составляет 47,8 и 45,5 мас. % при селективности 81,0 и 81,5% соответственно. Повышение температуры реакции до 573К снижает селективность изомеризации до 71,6–72,2%. Сопоставление результатов, приведённых в табл. 1 показывает, что катионы РЗЭ<sup>+3</sup> в составе катализатора Pt/CaY обладают более высоким промотирующим и стабилизирующим действием, чем катионы Cr<sup>+3</sup> и Ni<sup>+2</sup>.



Таблица 1. Влияние природы катионов на каталитические свойства катализатора 0,5% Pt/CaY в реакции изомеризации н-октана ( $v=1,0 \text{ час}^{-1}$ ,  $P=0,1 \text{ МПа}$ ,  $H_2/C_8H_{18}=5$  мольное)

№ образца	Катализатор	Т, К	Выход продуктов реакции, мас. %			Селективность, %
			C <sub>2</sub> -C <sub>6</sub>	изо-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	н-C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	
	Pt/0,86 CaY	533	2,3	20,1	77,6	89,6
		553	5,5	34,5	60,0	85,5
		573	12,7	39,2	48,1	79,0
	Pt/0,05Gd0,81 CaY	533	4,0	38,8	57,2	90,6
		553	8,2	53,2	38,6	86,6
		573	13,3	52,4	34,3	79,8
	Pt/0,05Ho0,81 CaY	533	4,3	40,1	55,6	90,3
		553	7,9	53,6	38,5	87,1
		573	19,1	52,5	39,4	81,2
	Pt/0,05Cr0,81 CaY	533	4,9	36,3	58,8	88,1
		553	11,2	47,8	41,0	81,0
		573	18,4	46,5	35,1	71,6
	Pt/0,05Co0,81 CaY	533	3,1	34,1	62,8	91,6
		553	5,8	51,2	43,0	89,8
		573	11,2	50,9	37,4	89,0
	Pt/0,05Ni0,81 CaY	533	4,6	35,4	60,0	88,5
		553	10,3	45,5	44,2	81,5
		573	17,2	44,7	38,1	72,2

Очевидно, что промотирующее влияние поливалентных катионов на активность катализатора Pt/CaY вызвано перераспределением и изменением соотношения

бренстедовских и льюисовских кислотных центров, что подтверждено методами ТПД аммиака и ИК-спектроскопией.

Таблица 2. Спектры кислотности модифицированных Pt- цеолитных катализаторов.

№ образца	573К	673К	773К	Общая кислотность
	мкмоль·г <sup>-1</sup>			
	80	40	-	120
	175	65	25	265
	180	60	20	260
	120	90	35	245
	150	50	15	215
	130	80	30	240

Из табл. 2 видно, что при термодесорбции аммиака с образца Pt/CaY при 773К не появляется пик соответствующий десорбции аммиака, что свидетельствует об отсутствии очень сильных кислотных центров на этом образце. Природа поливалентного катиона, введенного в состав Pt/CaY, существенно влияет на его спектр кислотности. Замещение 5% катионов Ca<sup>+2</sup> на катионы Cr<sup>+3</sup>, Ni<sup>+2</sup> не только увеличивает количество средних (с 80 до 120–130), но существенно увеличивает также количество сильных (40 до 80–90 мкмоль·г<sup>-1</sup>) и очень сильных (30–35 мкмоль·г<sup>-1</sup>) кислотных центров. На образцах, содержащих комбинации катионов Ca<sup>+2</sup> и PЗЭ<sup>+3</sup>, доля сильных и очень сильных кислотных центров незначительна и составляет всего 60–65 и 20–25 мкмоль·г<sup>-1</sup>. На этих катализаторах преобладают в основном средние кислотные центры, кон-

центрации которых составляет 175–180 мкмоль·г<sup>-1</sup>. Очевидно, на этой причине Pt-цеолитные катализаторы, модифицированные катионами PЗЭ<sup>+3</sup> и Ca<sup>+2</sup>, проявляют более активность и селективность в изомеризации н-октана.

Сопоставление спектра кислотности с активностью Pt-цеолитных катализаторов, модифицированных поливалентными катионами, показывает, что в реакции изомеризации н-октана основную роль играют средние кислотные центры.

Как уже отмечалось выше, изменение катионного состава цеолитного катализатора существенным образом сказывается на его изомеризирующей активности. В свою очередь динамика формирования ИК-спектра в области валентных колебаний гидроксильных групп также определяется природой ионообменного катиона.

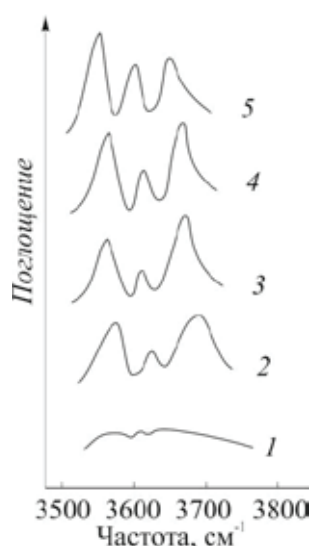


Рис. 1. ИК-спектры в области валентных колебаний гидроксильных групп Pt-содержащих катализаторов: 1–CaY, 2 CoCaY, 3–NiCaY, 4–CrCaY, 5–HoCaY

В ИК-спектре кальциевой формы Pt-цеолитного катализатора наблюдаются полосы поглощения (п.п.) с очень слабой интенсивностью. Введение в кальциевую форму поливалентных катионов приводит к существенному усилению интенсивностей п.п. при 3550 и 3650  $\text{см}^{-1}$ . Однако замещение 5% катионов  $\text{Ca}^{+2}$  на поливалентные катионы приводит к появлению п.п. 3610  $\text{см}^{-1}$ . Появление п.п. 3610  $\text{см}^{-1}$  в этих образцах может быть отнесено к возникновению дополнительных гидроксильных групп бренстедовского типа [8,9]. Природа поливалентного катиона влияет также на интенсивность п.п. 3650  $\text{см}^{-1}$ . По сравнению с катионами переходных элементов при введении катионов  $\text{R}_3\text{Э}^{+3}$  в состав катализатора Pt/CaY наблюдается более существенное уменьшение интенсивности п.п. при 3650  $\text{см}^{-1}$  и рост интенсивности при п.п. 3550  $\text{см}^{-1}$ . Модифицирование катализатора Pt/CaY поливалентными катионами приводит к увеличению концентрации льюисовских кислотных центров и тем самым изменяет соотношение льюисовских (L) и бренстедовских (B) кислотных центров.

Следовательно, высокая изомеризирующая активность Pt-цеолитного катализатора, модифицированного катионами  $\text{R}_3\text{Э}^{+3}$  и  $\text{Ca}^{+2}$ , обусловлена оптимальным соотношением концентрации (L) и (B) центров. Критерием высокой изомеризирующей активности и селективности является условие синергизма входящих в состав активного центра кислотных протонных и апротонных центров. Основной вклад в кислотность вносят поливалентные катионы, которые будучи сильными апротонными центрами, обеспечивают за счёт индукционных эффектов высокую подвижность протонов бренстедовского гидроксила.

Следовательно, высокая изомеризирующая активность Pt-цеолитного катализатора, модифицированного катионами  $\text{R}_3\text{Э}^{+3}$  и  $\text{Ca}^{+2}$ , обусловлена оптимальным соотношением концентрации (L) и (B) центров. Критерием высокой изомеризирующей активности и селективности является условие синергизма входящих в состав активного центра кислотных протонных и апротонных центров. Основной вклад в кислотность вносят поливалентные катионы, которые будучи сильными апротонными центрами, обеспечивают за счёт индукционных эффектов высокую подвижность протонов бренстедовского гидроксила.

#### Литература:

1. Харламов, В. В. Гидрирование и изомеризация углеводородов на цеолитных катализаторах // Нефтехимия –1998. –Т. 38. –№ 6. –с. 439–457.
2. Vasilyev, A. N., Galich P. N. Izomerization of n-paraffinic hydrocarbone over zeolitic catalyts // Chemistry and technology of fuels and oils. –1996. –М. 32. –№ 4. –р.217–226.
3. Лapidус, А. Л., Михайлов М. Н. Изомеризация и ароматизация н-гексана на высококремнеземных цеолитах // Нефтехимия и нефтепереработка. –2006. –№ 6. –с. 42–47.
4. Ахмедов, Э. И. Влияние состава палладийсодержащих цеолитов типа Y на их каталитические и кислотные свойства в реакции изомеризации н-гексана.// Нефтехимия. –2000. –Т. 40. –№ 1. –с. 41–43.
5. Blomsna, E. Martens J., Jacobs P. A. Izomerization and hydrocraking of heptane over bimetallic bifunctional PtPd/H-beta and PtPd/USY zeolite catalyts // J. Catal. –1997. –V.165. –р.241–248.
6. Мирзалиева, С. Э., Мамедов С. Э. Кобальтсодержащие цеолитные катализаторы в реакции изомеризации н-гексана // Процессы нефтехимии и нефтепереработки. –2006. –№ 1. –с.107–109.
7. Ющенко, В. В. Расчет спектров кислотности катализаторов по данным термопрограммированной десорбции аммиака // ЖФХ. –1997. –Т. 71. –№ 4. –с.628–632.
8. Лафер, Л. И., Дых Ж. А., Васина Т. В. ИК-спектроскопия катализаторов и адсорбированных молекул // Изв. АН СССР. Сер.хим. –1989. –№ 2. –с.259–263.
9. Патриляк, К. И., Бортышевский В. А., Цупрык Н. Н. О природе активности цеолитов в реакции алкилирования изопарафинов олефинами // Докл. АН СССР. –1985. –Т. 283. –№ 2. с.384–389.

## Соединения хрома и их воздействие на окружающую среду и человека

Нарзуллаева Азиза Мурадиллаевна, ассистент;  
Сабирова Наргиза Нусратовна, ассистент;  
Садикова Мухаё Муратовна, ассистент  
Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Предприятия кожевенной промышленности сбрасывают в природные водоёмы вместе со сточными водами большое количество неиспользованных в процессе дубления соединений хрома. Поэтому целесообразно при рассмотрении экологической обстановки и охраны окружающей среды уделить внимание состоянию природных водных систем и их взаимодействию с поступающими соединениями хрома.

Токсичностью обладают соединения хрома двух главных его окислительных состояний +3 и +6. Считают, что хром (VI) более ядовит, чем хром (III). Однако в условиях природных вод возможны взаимные переходы Cr (VI) и Cr (III). Cr (VI) легко восстанавливается до Cr (III) в присутствии Fe (II), сульфитов и некоторых органических веществ, содержащих SH — группы. Cr (III) быстро окисляется при наличии MnO и медленно — кислородом под действием света, особенно в ультрафиолетовой части спектра. Исходя из данных о взаимных переходах двух окислительных состояний хрома, в природных водах необходимо учитывать при оценке токсического действия хромосодержащих стоков и загрязнённости соединениями хрома природных водоёмов суммарное количество хрома, а не одного какого-либо из его окислительных состояний.

Согласно данным ЦНИИКПА, в отработанных растворах хромовых солей и промывных водах остаётся 22–28% оксида хрома, расходуемого на дубление кожи. По зарубежным данным, эта величина составляет 30–35%. Концентрация Cr (III) в общих стоках кожзаводов, выпускающих кожи хромового дубления, достигает 550 мг/л (в среднем 190 мг/л), а содержание его в отработанных дубильных жидкостях составляет 9–10 мг/л, в среднем 4–6 мг/л.

При поступлении сточных вод на сооружения биологической очистки согласно СНИП 11–32–74 ПДК Cr (III) равна 2,5 мг/л (по другим данным от 2,5 до 5 мг/л), а для Cr (VI) — эта величина составляет от 0,5 до 2,5 мг/л.

В воде водоёмов хозяйственно-питьевой и культурно бытового водопользования ПДК соединения Cr (III) и Cr (VI) соответственно равны 0,5 и 0,1 мг/л.

Однако, эти данные следует считать завышенными, т.к. в других справочных изданиях ПДК Cr (III) в воде 0,5 мг/л, ПДК Cr (VI) в воде 0,05 мг/л и почве 0,005 мг/кг.

Исследования форм нахождения хрома в природных водоёмах показали, что главным образом он поступает из сточных вод во взвешанном состоянии. Основная часть растворённой фракции более 95% — соединения Cr (III). Относительно более токсичный Cr (VI) обычно составляет около 1% от общего содержания хрома в сточных водах. В пресноводных водоёмах поступающий из антропогенных источников Cr (VI) большей частью удаляется восстанов-

лением до Cr (III) под действием органических веществ с последующей его сорбцией взвесью и донными осадками.

Чтобы оценить размеры загрязнения районов соединениями хрома, удобно сравнить его с природной (фоновой) концентрацией хрома. В земной коре хрома содержится 100 мг/кг, в почве 100 мг/кг, в морской воде 0,15 мкг/дм, в речной и озёрной 0,5 мкг/дм. Загрязнённость соединениями хрома промышленно развитых районов, как показали исследования, значительно превышает фоновый уровень. Загрязнённость природных вод соединениями тяжёлых металлов отрицательно сказывается на качестве питьевой воды. В промышленных районах в настоящее время питьевая вода несёт с собой значительное количество вредных примесей. Как показали исследования, загрязнённость водоёма в промышленно развитых районах соединениями хрома определяется тремя составляющими: 1% геохимической части, 9% бытовых стоков, 90% индустриальных стоков. Значительная доля загрязнений приходится на промышленное производство.

Производство и использование хрома в мировом хозяйстве непрерывно растёт. В настоящее время в мире главные области потребления хрома — металлургия, производство огнеупорных материалов и химическая промышленность. Их относительное потребление в общем объёме потребления хрома в последнем десятилетии составило соответственно 58, 21, и 21%.

Относительная доля соединений хрома, используемых в кожевенной промышленности в мире в качестве дубителей, составляет около 7% общего количества, перерабатываемого химической промышленностью, или около 1,5% общего потребления хрома в мире. Это составляет около 65 тыс. тонн в год. По данным британских исследователей из этого количества хрома в готовых изделиях лёгкой промышленности (одежда, обувь и т.п. из кожевенных и меховых материалов) остаётся только 20 тыс. тонн хрома, а более 2/3 теряется с отходами. Причём 17 тыс. тонн содержится в твёрдых отходах (хромовая стружка, пыль, лоскут и т.п.), а 25 тыс. тонн сливается со сточными водами в природные водоёмы.

Аналогичные данные получены американскими учёными применительно к кожевенной промышленности США.

Относительно большая доля в общем объёме поступающих в природную среду соединений хрома в кожевенной промышленности связана с нерациональным использованием этих соединений в процессе дубления.

Степень использования соединений хрома в процессе дубления составляет в среднем 60%. Это связано с технологическими аспектами.

При проведении всех жидкостных процессов в производствах кожи и меха, в частности дубления, необходимо стимулировать диффузию частиц реагента внутрь дермы. Для этого используют избыток химических материалов. В противном случае процесс займёт много времени и даже не завершится.

Отработанные хромосодержащие сточные воды сбрасываются в окружающую среду. Учитывая высокий уровень загрязнения окружающей среды соединениями хрома, важно знать его токсическое действие и взаимодействие этих соединений с организмами.

Многочисленные исследования подтверждают токсичность соединений хрома.

Проведено изучение некоторых показателей обменных процессов у рабочих, занятых в производстве хрома. Данные, полученные в результате комплексного изучения состояния обменных процессов в организме рабочих, свидетельствуют о наличии существенных изменений в обменных процессах.

Выявлены особенности развития, течения клинического проявления профессиональной бронхиальной астмы у рабочих, подвергающихся воздействию хрома (VI).

Для исследования возможности избирательного действия хрома (VI) на сердечно-сосудистую систему проведены экспериментальные исследования на крысах, которые подвергались однократной 4-часовой экспозиции аэрозоля соли хрома (VI). Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что даже однократные воздействия хрома (VI) в пороговых концентрациях вызывает длительное нарушение функций сердечно-сосудистой системы.

Установлено, что комплексная заправка шестивалентным хромом в концентрации 0,1 мг/л даёт общетоксический, эмбриотоксический и мутагенный эффект. Концентрация хрома 0,05 мг/л при комплексном поступлении является пороговой. В качестве ПДК шестивалентного хрома для воды водоёмов рекомендуется концентрация 0,001 мг/л с пометкой «Опасно при поступлении через кожу».

Растворы соединений хрома (VI) более, чем хром (III) раздражает кожу, более токсичны, могут поражать почки, обладают мутагенным и канцерогенным действием. Недостаток в организме хрома (III) может привести к возникновению диабета. Допустимые уровни ингаляционного воздействия хрома (VI) — 0,05 мг/м, хром металлический хром (II) и хром (III) 0,5 мг/м. Хром (VI) в организме быстро связывается с белками крови, восстанавливаясь в хром (III) и быстро переходит в ткани.

Результаты исследований свидетельствуют о наличии канцерогенных соединений в окружающей среде кожевенного производства. У рабочих наблюдается увели-

чение заболеваемости раком носа, что может предположительно вызвано действием в числе прочих соединений и соединениями хрома.

Необходимо в производственном цикле предусмотреть очистку воды и регенерацию соединений хрома. Значительно уменьшить содержание хрома в сточных водах можно также при совершенствовании технологии процесса дубления.

При современной экологической ситуации особого внимания требует очистка воды, используемой как в производственных процессах, так и в питьевом водоснабжении. Качество определяется тем, насколько профессионально проведена очистка воды и ее кондиционирование. В ходе этапа очистки удаляются все вредные вещества, при кондиционировании происходит корректировка состава воды с помощью добавления недостающих компонентов при использовании реагентов. Современные технологии позволяют произвести очистку воды от взвесей и коллоидов, растворенных солей, органических примесей и болезнетворных микроорганизмов. Водоподготовка также способствует улучшению потребительских свойств воды, изменяя органолептические показатели — запах, вкус, цветность, прозрачность. Высокое качество очистки воды, достигается за счет использования всего спектра существующих в мире методов обработки воды, в числе которых грубая очистка на сетчатых фильтрах, тонкая очистка от дисперсных примесей, обратный осмос и др.

Проводится грубая очистка воды на сетчатых фильтрах, позволяющая удалить крупнодисперсные взвеси и защитить водоочистное оборудование.

Очищение от дисперсных частиц производят особые осветлительные фильтры воды. Также фильтры воды применяются с целью обезжелезивания или деманганации.

Другой этап обработки — тонкая очистка воды от дисперсных примесей. Для этой цели используют патронные фильтры воды. Очистка происходит с помощью тонких сетчатых перегородок, тонкость фильтрования составляет 0,35–0,22 мкм, подобные фильтры воды дают возможность проводить стерилизацию.

На сегодняшний день большая часть работ приходится на существующие очистные сооружения — проведение их реконструкции. Это связано с тем, что многие очистные сооружения устарели и не справляются с теми объемами, которые требует современная очистка стоков. В большинстве случаев такие очистные сооружения показывают низкую рентабельность. Очистка стоков требует внедрение новых технологических процессов, обеспечивающих снижение капитальных и эксплуатационных затрат.

#### Литература:

1. Шалбуев, Д. В. Управление качеством окружающей среды на кожевенно-меховых предприятиях. — Улан-Удэ, Изд-во ВСГТУ, 2004. — 122 с.
2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия (аналитики). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: Учеб. Для вузов. М.: высшая школа, 2001. — 559 с.

## ИНФОРМАТИКА

### Оптимизационные мероприятия в проекте реинжиниринга бизнес-процессов

Беляев Константин Сергеевич, студент

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, филиал в г. Находке

На сегодняшний день в мире существует множество компаний, которые так или иначе оптимизируют свои бизнес-процессы, тем самым снижая свои экономические или социальные затраты.

Существует множество бизнес-процессов, значит существует так же множество мероприятий по их оптимизации. Именно об этих мероприятиях и пойдет далее моя речь, но для начала, хотелось бы разобраться в понятие бизнес-процесс. Что же это такое?

Итак, бизнес-процесс — это устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности, которая по определенной технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя (клиента). [1, с. 19] Отталкиваясь от этого понятия, можно сообразить, что целью любого бизнеса (компании) является получение дохода, так как данный момент занимает ключевое место в вопросе касающегося существования компании на рынке, ведь это итак понятно, если компания в ходе осуществления своей деятельности не получает прибыль, то возникает вопрос, зачем такой компании вообще существовать.

Деятельность любой компании, при ее реинжиниринге всегда связана с моделированием ее бизнес-процессов. Моделирование деятельности компании заключается в построении диаграмм IDEF0, которая отображает

бизнес-процессы преобразующие входящую информацию (вход) в результат (выход).

В качестве оптимизационных мероприятий в своей статье я рассмотрю проект реинжиниринга бизнес-процессов, протекание которого возможно только с применением метода, позволяющего получить максимальную экономическую и социальную выгоду.

Направление BPR (Business Process Reengineering, реинжиниринг бизнес-процессов) — это то направление, которое возникло в процессе взаимодействия двух совершенно различных деятельностей — информатизации и менеджмента (управления). В связи с этим реинжиниринг бизнес-процессов нуждается в подключении к проекту таких средств представления и обработки информации, понятных, как разработчикам управляющей информационной системы, так и управляющему персоналу, то есть менеджерам.

Первым, термин «реинжиниринг бизнес-процессов» стал использовать разработчик этого же проекта Майкл Хаммер в своей статье «Реинжиниринг: не автоматизируйте уничтожайте», в которой данный вид деятельности определяется как фундаментальное перепроектирование бизнес-процессов компании, целью которого является достижение улучшений в основных показателях их деятельности: стоимость, услуги, темпы и качество. Се-

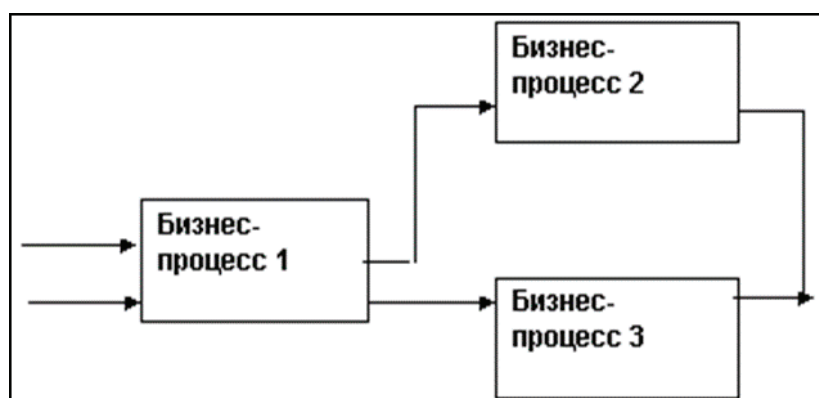


Рис. 1. Входы-выходы бизнес-процесса

годня проект «реинжиниринга» считается одной из тех отраслей, которые активно развиваются и занимает ведущую позицию среди отраслей информатики.

В настоящее время в России происходит внедрение и продвижение консалтинговых услуг и инструментов по реинжинирингу. Практика использования информационных технологий по управлению над теми или иными бизнес-процессами показала, что использование метода по реинжинирингу, особенно в условиях экономической реформы и активного внедрения России в мировую экономику, просто необходимо.

Реинжиниринг приобретает все больше и больше популярности в западных странах и, в первую очередь, в США. По предоставленным данным компанией Emst & Young:

- более 100 банков Северной Америки затратили в 2013 году свыше 3 млрд. долларов на реинжиниринг своих подразделений;
- правительство США уже инициировало более 250 крупных проектов по реинжинирингу.

Рынок средств инструментальной поддержки BPR оценивается уже более чем в 100 млн. долларов и увеличивается на 60% ежегодно.

Среди финансовых директоров 80 крупнейших компаний США, аналитической компанией Emst & Young, был проведен опрос, результаты которого показали, что мотивацией проведения реинжиниринга бизнес-процессов было улучшение качества товара (продукции), обслуживания потребителей, а также уменьшение затрат.

М. Хаммер рассматривает BPR как «революцию» в бизнесе, которая знаменует отход от базовых принципов построения предприятий и превращает конструирование бизнеса в инженерную деятельность. [2, с. 8–22] В предшествующем предложении не случайно употребляется слово «революция», ведь революция — это преобразование, изменение какой-либо деятельности человека, а реинжиниринг состоит из изменений в области информационных технологий.

К сегодняшнему дню особое внимание уделяется информации, информационным потокам, которые задействованы в функционировании управленческих и производственных процессов.

Билл Гейтс в книге «Бизнес со скоростью мысли», говоря о реинжиниринге говорит о необходимости создания нервной системы предприятия, чтобы большинство обычных процессов на предприятии, как в живом организме, происходило на уровне рефлексов, оставляя голову свободной для творчества и реакции во внештатной ситуации. Как говорит в своей книге сам Билл Гейтс: информационные потоки — это кровеносная система высшего бизнеса. [3, с. 59]

Метод проведения реинжиниринга (BPR) опирается на реконструкцию не функций, а процессов. BPR среди всех концепций менеджмента, основанных на процессах, является наиболее эффективной, ведь ее эффективность зависит от использования современных информационных технологий.

Еще около 10 лет назад многие компании начинали широкое использование информационных технологий, но применение этих технологий принесло глубочайшее разочарование из-за того, что компании использовали данные технологии чтобы механизировать старые процессы. Они используют технологии просто для того чтобы ускорить выполнение своих процессов, а не существенно их изменить, то есть перенаправить работы таким образом, чтобы снизить затраты на их выполнение с учетом использования информационных технологий. Но ускорением выполнения бизнес-процессов не разрешить проблему фундаментальных недостатков производительности. В эпоху, когда не существовало, ни нынешних конкурентов, ни современных компьютеров, разрабатывались на практике такие понятия, как устройство рабочих мест, потоки работы, механизмы управления и организационные структуры, эти понятия разрабатывались для увеличения эффективности работ и для контроля за ходом их выполнения. Чтобы компании могли более эффективно осуществлять свою деятельность, предлагается пустить всю деятельность компании через метод реинжиниринга бизнес-процессов, который включает в себя широкое использование информационных технологий.

Основной целью метода реинжиниринга является разрыв связей между персоналом и старыми правилами



Рис. 2. Способы применения реинжиниринга бизнес-процессов [4]

ведения и организации бизнеса. Метод реинжиниринга бизнес процессов включает в себя выявление таких связей и правил, а в дальнейшем делает их замену с учетом применения информационных технологий, то есть отказ от некоторых из старых правил и работ в пользу новых способов выполнения тех же самых работ.

Эффективность реинжиниринга высока именно в тот момент, когда бизнес-процесс устарел и никак не обойдется без преобразования своих составляющих.

#### Литература:

1. Елиферов, Е. Г. Бизнес-процессы: Регламентация и управление. — М.: Инфра-М, 2007. — 190 с.
2. Хаммер, М. Реинжиниринг: не автоматизируйте, уничтожайте // HarperCollins. — London: Harvard Business Review, 1990. — с. 26.
3. Гейтс, Б. Бизнес со скоростью мыслей. — М.: Эксмо-Пресс, 2003. — 450 с.
4. Реинжиниринг бизнес процессов предприятия // Зачетка. РФ URL: <http://зачетка.рф/book/5277/233469/Реинжиниринг%20бизнес%20процессов.html>

Для перепроектирования деятельности бизнес-процессов предприятия предлагается использование методология функционального моделирования IDEF0, которая является одним из способов применения реинжиниринга.

В завершении своей статьи хотелось бы все обобщить и дать более конкретное определение реинжиниринга.

Реинжиниринг бизнес-процессов — это подход к улучшению бизнес-процессов, наиболее кардинальный среди всех подходов применяемых на практике.

## Угрозы безопасности информации на игровых сервисах и методы защиты от них

Варлатая Светлана Климентьевна, кандидат технических наук, профессор, доцент;  
Колесникова Дарья Сергеевна, студент  
Дальневосточный федеральный университет

*В данной статье рассмотрены основные виды угроз безопасности информации пользователей на игровых сервисах, способы реализации таких угроз и методы защиты от них.*

**Ключевые слова:** игровой сервис, видеоигры, фишинг, DDoS-атака, социальная инженерия, атака грубой силой, информационная безопасность.

В наши дни видеоигры являются одним из главных видов развлечений среди современной молодёжи. Раньше пользователи — геймеры приобретали компьютерные игры на физических носителях (дискеты, картриджи, компакт-диски и т.д.) в магазинах своего города, сейчас же можно воспользоваться компьютером, имеющим выход в сеть Интернет, и, не выходя из дома, проделать несколько несложных операций для покупки желаемого товара. В связи с этим становятся популярными различные сервисы цифрового распространения игр и программ, такие как Steam, Origin, PSN и многие другие, которые предоставляют своим пользователям возможность покупать и своевременно обновлять игры, осуществлять игровые взаимодействия по сети Интернет и общаться с другими игроками. На игровых сервисах пользователь должен регистрироваться в системе, то есть разместить свои личные данные, которые необходимо защищать от неправомерных действий киберпреступников.

При регистрации и осуществлении основных функций на крупных игровых сервисах пользователю необходимо ввести следующие данные:

- логин;
- пароль;

- адрес электронной почты;
- имя пользователя;
- дата рождения;
- данные банковской карты;
- адрес (страна, город).

Для создания аккаунта обычно требуется только адрес электронной почты, логин и пароль, но даже эту информацию опытный киберпреступник может выгодно использовать в случае удачной попытки её хищения.

Все эти данные так или иначе представляют ценность для злоумышленников. Основные угрозы безопасности информации пользователя игрового сервиса:

- хищение информации пользователей и её последующее распространение или использование в незаконных целях;
- взлом аккаунта с целью его дальнейшей перепродажи. Это касается, в основном, аккаунтов опытных игроков, которые имеют на своём счету месяцы, проведённые в виртуальном мире, большое количество игр, находящихся в их распоряжении, а также награды, за которыми так гонится каждый заядлый игрок;
- заражение компьютеров пользователей вирусами;
- взлом игрового аккаунта с целью проникновения в более важные аккаунты. Если использовать один и тот

же пароль или варианты одного и того же пароля в нескольких разных аккаунтах, то злоумышленники могут использовать данные, приобретенные от взлома игрового сайта, чтобы, например, получить доступ к банковским или связанным с электронной коммерцией счетам.

Основным источником рассматриваемых угроз являются преднамеренные действия нарушителей и злоумышленников. Способы реализации данных угроз безопасности информации пользователей игровых сервисов представлены на рисунке 1.

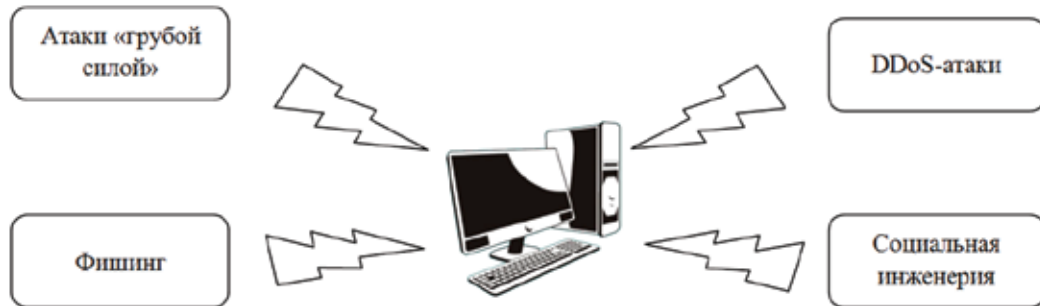


Рис. 1. Способы реализации угроз

Одним из способов, с помощью которого злоумышленники приобретают имена пользователей и пароли, является фишинг (phishing). При данном виде мошенничества хакеры массово рассылают пользователям электронные письма, которые содержат ссылки на фишинговые сайты — то есть сайты, маскирующие себя под официальные бренды. На таких сайтах злоумышленники, зачастую прибегая к психологическим приёмам, побуждают своих жертв ввести используемые на игровом сервисе логин и пароль, которые в дальнейшем можно использовать для получения доступа к другим аккаунтам и банковским счетам. Фишинг не является технологически сложной

атакой, и если хакеры смогут сделать качественную и хорошо оформленную приманку, то неизбежно, что на неё попадутся невнимательные пользователи [1].

Действенным методом в борьбе с фишингом является обучение пользователей распознавать такого рода атаки. Для этого необходимо внимательно прочитывать адрес сайта, ссылка на который указана в электронном письме, и проверять данный адрес на наличие ошибок, ведь, как правило, злоумышленники добавляют или меняют одну букву в названии сайта, что показано на рисунке 2, и пользователь теряет бдительность, так как внешне электронный адрес похож на официальный [2].

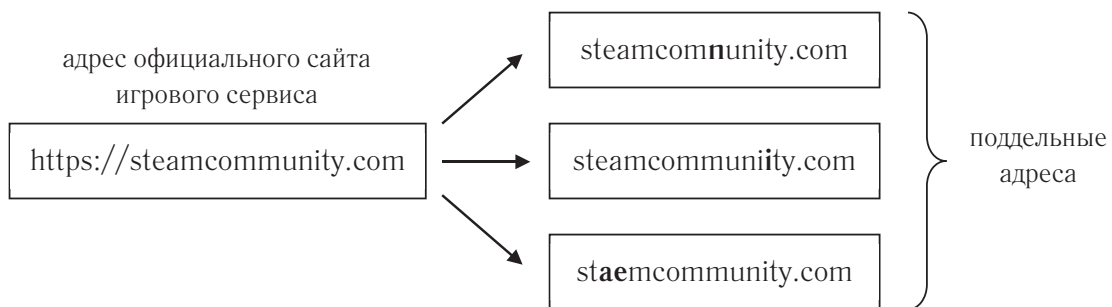


Рис. 2. Обман пользователей путём изменения названия официального сайта

При получении письма с просьбой подтверждения учётной записи можно связываться с официальной компанией для проверки подлинности такого сообщения.

Сами игровые сервисы могут уменьшить количество фишинговых атак путём создания базы фишинговых сайтов и последующей сверки с ним. Эти действия помогают в разработке специальных спам-фильтров, основанных на технологии машинного обучения, которые уменьшают число фишинговых электронных сообщений, получаемых пользователями.

Другой метод для получения имен пользователей и паролей называется «атака грубой силой» (brute force). Это довольно простой в реализации способ хищения информации: злоумышленники используют определённый тип программы, которая пытается угадать правильную комбинацию имени пользователя/пароля, перебирая все возможные комбинации букв и цифр.

Один из способов крупного игрового сервера защититься от подобного вида атак — это внимательно следить за количеством попыток входа в систему на данном веб-



сайте. Если администраторы сайта замечают внезапный всплеск неудачных попыток входа в систему, то, скорее всего, они в разгаре атаки «грубой силы».

Дополнительную защиту аккаунта на игровом сервисе, как и на любом другом веб-сайте, обеспечивает двухфакторная аутентификация — метод идентификации пользователя в каком-либо сервисе при помощи запроса аутентификационных данных двух разных типов, что обеспечивает более эффективную защиту аккаунта от несанкционированного проникновения. В настоящее время большинство крупных игровых сервисов, всерьёз обес-

покоенных безопасностью данных своих пользователей, предоставляют возможность прохождения двухфакторной аутентификации [3].

Самым распространённым способом атак на игровые сервисы является распределённая атака типа «отказ в обслуживании» (Distributed Denial of Service). Особенность этой атаки состоит в том, что злоумышленники проникают в защищённую компьютерную систему не для кражи информации. Этот вид атак используется для того, чтобы «парализовать» работу веб-сервера. На рисунке 3 представлена иерархическая структура DDoS-атаки [4].

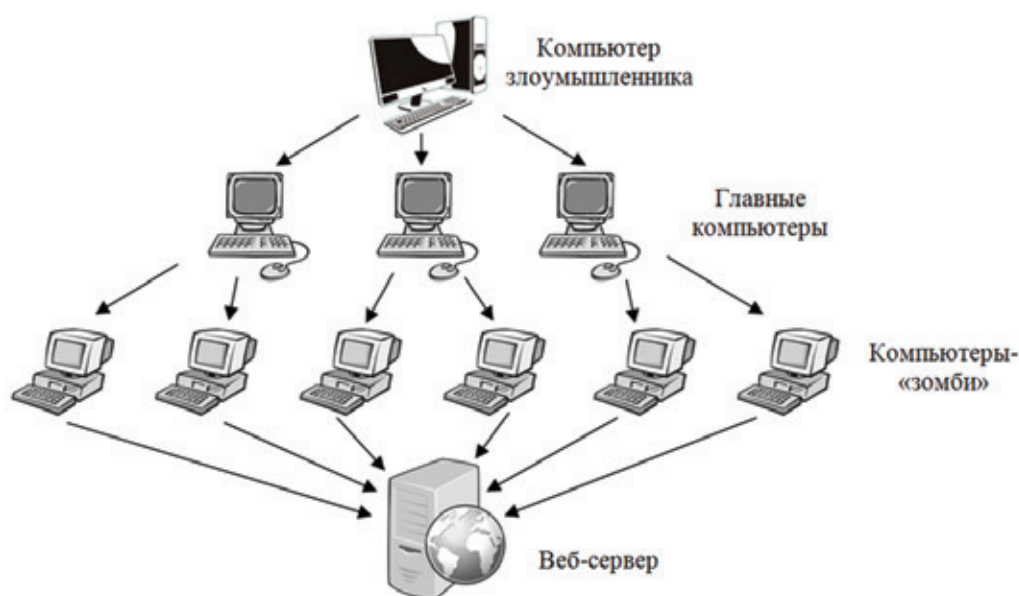


Рис. 3. Иерархическая структура DDoS-атаки

В начале злоумышленники со своего компьютера (или группы компьютеров) подают сигнал о начале атаки. Главные компьютеры получают сигнал об атаке и передают его компьютерам-«зомби», тем самым захватывая эти узлы. Такое название обусловлено тем, что пользователи могут даже не догадываться о том, что их компьютеры являются потенциальными участниками DDoS-атаки. На компьютеры-«зомби», которые подверглись нападению, обычно устанавливаются троянские программы, работающие в фоновом режиме. Затем, по команде злоумышленников с захваченных компьютеров осуществляется большое количество запросов к игровому серверу, из-за чего веб-сервер перегружается и приостанавливает свою работу, тратя все свои ресурсы на обслуживание ложных запросов. Так как DDoS-атака является многоуровневой, зачастую невозможно вычислить злоумышленника. Опасность DDoS-атак состоит в том, что хакеры могут использовать их для прикрытия более серьёзных атак [5].

Программы для проведения атак свободно распространяются в сети Интернет, что является ещё одной проблемой для специалистов по безопасности. Раньше такое программное обеспечение разрабатывалось для выявления степени устойчивости сети к внешним нагрузкам,

но сейчас оно претерпело сильные изменения и используется во вред пользователям.

Полностью защититься от DDoS-атак в наши дни невозможно, но существует ряд специальных организационных мер и программно-аппаратных средств, например, могут применяться фильтры, подключаемые к интернет-каналу с большой пропускной способностью, которые анализируют трафик на наличие нестандартной сетевой активности и ошибок.

Геймеры очень восприимчивы к методам социальной инженерии (social engineering). Можно довольно просто попросить кого-то выдать личную информацию, всего лишь войдя в доверие к игроку, став ему приятелем, который провел бесчисленные часы вместе с пользователем в виртуальном мире. Самое удобное в этом способе то, что с таким «другом» практически невозможно встретиться в реальном мире, что развязывает руки злоумышленнику. Киберпреступники часто получают необходимую им информацию, представившись администратором или кем-либо из ответственных за обеспечение работы сервиса лиц, используя похожие логины.

Противостоять такому виду атак несложно, достаточно проверять информацию у официальных предста-

вителей сервиса, если какие-то действия со стороны администрации кажутся подозрительными. К тому же, стоит помнить, что администрация игрового сервера не должна дополнительно запрашивать информацию об аккаунте пользователя, так как всё было указано при регистрации [6].

Таким образом, на основе проведённого исследования можно сделать вывод, что от большинства хакерских атак различного рода пользователь может защититься самостоятельно, если будет внимателен и бдителен, не будет пренебрегать настройками безопасности своего аккаунта, к примеру возможностью прохождения двухфак-

торной аутентификации, созданием сложного уникального пароля, подтверждением адреса электронной почты или установкой специального программного обеспечения для защиты от вредоносных программ. Со стороны игрового сервиса следует разрабатывать грамотную политику безопасности серверов и обеспечивать защиту от атак злоумышленников, применяя необходимое программное и аппаратное обеспечение. Совместные действия пользователя и официальных представителей игрового сервиса по обеспечению безопасности информации, содержащейся в аккаунтах, уменьшат количество инцидентов и позволят сохранить конфиденциальные данные.

Литература:

1. Фишинг // Википедия — URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Фишинг>
2. Scamtypes // Steam — URL: <https://www.reddit.com/r/Steam/wiki/scamtypes>
3. Двухфакторная аутентификация: что это и зачем оно нужно // Официальный русский блог Лаборатории Касперского — URL: [https://blog.kaspersky.ru/what\\_is\\_two\\_factor\\_authentication/4272/](https://blog.kaspersky.ru/what_is_two_factor_authentication/4272/)
4. DoS-атака // Википедия — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DoS-атака>
5. DDoS — виртуальный терроризм. Что такое DDoS-атака // Компьютерная документация от А до Я — URL: [http://www.compdoc.ru/secur/xacer/what\\_is\\_ddos\\_attack/](http://www.compdoc.ru/secur/xacer/what_is_ddos_attack/)
6. Рекомендации по обеспечению безопасности аккаунта // Steam Support — URL: [https://support.steampowered.com/kb\\_article.php?ref=1266-OAFV-8478](https://support.steampowered.com/kb_article.php?ref=1266-OAFV-8478)

## Аспекты безопасности использования общественной Wi-Fi сети

Рудниченко Алексей Константинович, студент  
Дальневосточный федеральный университет

*В статье рассматривается основная угроза безопасности при использовании публичной Wi-Fi сети, а так же рекомендации, следуя которым, пользователь не подвержен опасности. Wi-Fi будет существовать ещё долгое время, пока не найдут ему замену, поэтому проблема конфиденциальности информации в данном типе беспроводной связи до сих пор актуальна.*

**Ключевые слова:** Wi-Fi, беспроводная сеть, информационная безопасность, общественная сеть.

Интернет — неотъемлемая часть современной жизни. Теперь мы не можем себе представить, как мы будем жить без доступа к интернету. Ранее он был только на стационарных компьютерах, а с развитием беспроводных технологий востребованным способом доступа в интернет является технология Wi-Fi и теперь в сеть можно попасть с ноутбуков или смартфонов.

С точки зрения информационной безопасности, в беспроводных сетях получить доступ к информации проще, нежели в проводных сетях. Практически все точки доступа Wi-Fi на данный момент поддерживают последний стандарт безопасности WPA2. WPA2 — это мощные алгоритмы шифрования, надёжные механизмы целостности информации, но зачастую, общественные сети не имеют пароля для доступа к ней. Такие сети особо опасны, так как подключиться к ней и просматривать трафик может любой.

Самой опасной угрозой является sniffing трафика. Злоумышленник становится связующим звеном между пользователем и точкой доступа, то есть «встаёт посередине». Когда пользователь открывает желаемую страницу в интернете, правонарушитель «перехватывает» данные и отправляет их дальше по сети. Таким образом, если пакет данных будет иметь данные к профилю на интернет-сайте, то человек на стороне их получит. Ранее решали данную проблему вводом протокола HTTPS, так как данные, передаваемые через него, шифруются. Но в данный момент, так как технологии взлома тоже не стоят на месте, то возможно их перехватить и даже расшифровать. К сожалению, технологии шифрования HTTPS не менялись, поэтому на помощь приходит VPN.

Технология виртуальных частных сетей Virtual Private Network (VPN) — комплекс технологий, который позволяет создать виртуальное соединение поверх сети Ин-

тернет. С помощью сети новой виртуальной сети, формируется защищённый канал, через который передаются все данные в зашифрованном виде. перехватить эти данные всё-таки возможно, но на расшифровку уйдёт довольно большое количество времени. Не каждый хакер будет тратить его на рядового пользователя в общественной сети Wi-Fi.

Со стороны пользователя в общественной сети рекомендуется придерживаться следующих рекомендаций:

– Отключить общий доступ к файлам и папкам. При использовании публичной сети Wi-Fi ваши файлы и папки, которые имеют статус общего доступа могут быть видны всем пользователям, подключённым к данной сети.

– Использовать только защищённый протокол HTTPS, иначе есть риск перехвата пакетов данных, в которых содержится сессия, пароли и прочая важная информация. Данный протокол действует на множестве сайтов, где возможен ввод пароля для доступа к персональному профилю, но не везде он носит обязательный характер. Но шанс перехвата всё же есть.

– Возможно использование VPN, тогда перехват пакетов данных полностью исключается.

– Включить межсетевой экран. Многие операционные системы оснащены встроенными межсетевыми экранами (например, Брандмауэр Windows). Он повысит шанс безопасности в сети за счёт ограничения входящих и исходящих запросов от приложений.

– Иметь антивирус. Это обязательное средство для защиты компьютера. Он поможет обнаружить, если кто-то получил доступ к системе или совершает подозрительные действия. Также некоторые антивирусы оснащены своим межсетевым экраном, что повышает защиту операционной системы.

Проблема безопасности в сетях Wi-Fi будет актуальна ещё долгое время, так как данный тип беспроводной связи всё больше входит в нашу жизнь. Постоянно появляются новые точки доступа в кафе, кинотеатрах, университетах, выставках и даже в районах города. Если нет возможности использовать протокол HTTPS или технологию VPN, то единственным выходом будет использование стандартного доступа в Интернет от сотового оператора. Для этого нужно, чтобы смартфон поддерживал функцию «Точка доступа», тогда он сможет «раздать» интернет по Wi-Fi. Таким образом, вы защитите свои данные и будете спокойны за то, что за вами не «подглядывают».

#### Литература:

1. Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл «Компьютерные сети» 5-е издание, 2012 г — 960 с.
2. HTTPS // Википедия — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HTTPS>
3. Сниффинг HTTPS трафика в Wi-Fi и локальных сетях // Форум АНТИЧАТ — URL: <http://forum.antichat.ru/threads/345266/>
4. Wi-fi sniffing // Русскоязычная документация по Ubuntu — URL: [http://help.ubuntu.ru/wiki/wi-fi\\_sniffing](http://help.ubuntu.ru/wiki/wi-fi_sniffing)

## Идентификация личности пользователя в интернете

Рудниченко Алексей Константинович, студент  
Дальневосточный федеральный университет

*В статье рассматривается проблема лёгкой доступности информации о пользователях в Интернете и возможные методы повышения анонимности. Может быть, в этом нет ничего плохого, но раз есть спрос на такой вид информации, значит не просто так. Многие пользователи хотят остаться неизвестными, чтобы не нажить себе проблем в будущем.*

**Ключевые слова:** пользователь, идентификация, нахождение информации, данные о пользователе.

Мы живём в том веке, когда новыми информационными технологиями не удивишь. Люди из разных уголков планеты свободно общаются, при этом обмениваясь фотографиями или видео-файлами. Сейчас сложно представить, как мы будем жить без Интернета, ведь именно с его помощью все люди получают нужную для себя информацию.

Каждый пользователь в интернете считается анонимным. За пользователем закрепляется IP адрес, по которому можно узнать лишь город и провайдера. Но так ли просто сохранить эту анонимность, общаясь в интернете?

Существует огромное количество социальных сетей (ВКонтакте, Одноклассники, YouTube, Google+). Так же существуют социальные сети по интересам, примером такой сети является портал автолюбителей — Drive2. Пользователь по своему желанию регистрируется в них и рассказывает о себе. Данную информацию можно и не указывать.

В настоящее время проблема идентификации пользователя в Интернете имеет особое значение, так как данную методику могут использовать как в благих целях, так и в корыстных.

Идентификация пользователя в Интернете — это набор способов, позволяющих получить информацию о пользователе Интернета из открытых источников. Огромное количество пользователей сами выкладывают информацию о себе. Чаще всего это происходит в таких социальных сетях, как ВКонтакте или Одноклассники. Там указаны настоящие фамилия и имя, телефон, учебные заведения, а самое главное — фотографии, по которым можно судить об интересах или друзьях пользователя. Данную информацию скрыть из поисковых запросов, если она уже там есть, очень сложно или вообще невозможно, поэтому, оставляя информацию о себе, вы даёте согласие на её обработку и дальнейшее распространение согласно пользовательскому соглашению социальной сети. Всё, что находится в рамках данного сайта — всё может быть свободно распространено. Только тайну переписки ещё никто не отменял, но на этот счёт в пользовательском соглашении есть пункт, согласно которому ВКонтакте обязуется по запросу дать нужную информацию правоохранительным органам.

Чаще всего возможно идентифицировать пользователя по его контактам. Достаточно ввести в Яндекс или Google телефон, электронную почту или логин Skype, чтобы узнать о нём чуть больше. Весь этот процесс происходит цепочкой. Находятся определённые данные, далее они вбиваются в тот же поиск или дополняют уже существующий запрос, и становится доступна новая информация о пользователе.

Получается, что пользователь сам рассказал о себе всему миру, не подозревая об этом. Сначала фамилия с именем, потом телефон, далее он выложил свою фотографию с картой клуба и письмом от бабушки, всё это приводит к тому, что он играет в игру «Мафия» в определённом клубе в определённый отрезок времени и известно, где он живёт. Остаётся лишь не спеша совершить ограбление. И только потом потерпевший поймёт, что всю информацию о себе передал преступникам самостоятельно.

До сих пор многие пользователи не задумываются о защите в Интернете. Думают, что они — единица огромного общества, одни из миллиона. Но у каждого есть недоброжелатели и не отменяется тот факт, что за вами будут следить и идентифицировать целенаправленно. Поэтому бывает, что даже если пользователь знает о данной методике расследования, он все равно оставляет информацию о себе в интернете. Всеми виной лень или отсутствие не-

доброжелателей. Но всему своё время, всё может случиться.

Не стоит забывать о других сайтах, при регистрации на которых вы вводите свои данные. Это может быть просто фамилия и имя, а может быть ИНН или номер страхового свидетельства. В данном случае на всех сайтах, где запрашиваются персональные данные, требуется поставить галочку «Я согласен на обработку своих персональных данных». Эта галочка — требование Федерального закона РФ № 152 «О персональных данных». Если вы соглашаетесь с обработкой, значит, предупреждены о том, что данные могут быть переданы куда-либо.

Решение проблемы доступности информации довольно простое и интуитивно понятное:

— Не размещать информацию о себе, которая раскрывает нежелательные к распространению данные или может дать толчок к дальнейшему поиску этих данных.

— Если такие данные уже существуют на странице, то их можно удалить, а также обратиться к поисковым системам с просьбой убрать из поисковых баз некоторую информацию о вас. Шанс, что вашу просьбу удовлетворят, очень мал, но попробовать стоит.

— Применительно к ВКонтакте. В настройках безопасности выставить параметр «Кому в интернете видна моя страница» на «Всем, кроме поисковых сайтов» или «Только пользователям ВКонтакте».

— По возможности использовать разные логины в электронной почте, Skype и других сервисах, где логин виден всем и выступает как контактные данные.

— По возможности использовать разные никнеймы на форумах или других ресурсах, целью которых является общение.

— Не вести свой блог, ведь там автор высказывает мысли, пожелания, отношение к чему-либо, что может сыграть против вас.

— Не регистрироваться на сайтах, где требуется ввести свои персональные данные, так как вам придётся для завершения регистрации дать согласие на их обработку. Возможен ввод придуманных ненастоящих данных.

Интернет — мощное оружие для поиска информации о ком-либо. Порой, можно многое сказать об увлечениях по записям, которые человек оставляет на своей «стене» в ВКонтакте. Группы, на которые подписан пользователь, тоже выступают индикатором интересов. Вкупе собранная и обработанная информация формирует образ личности, а зачастую люди хотят остаться неизвестными...

#### Литература:

1. Правила пользования Сайтом ВКонтакте // ВКонтакте — URL: <https://vk.com/terms>
2. Федеральный закон от 27.07.2006 N 152-ФЗ (ред. от 21.07.2014) «О персональных данных»
3. Лицензионное соглашение // Одноклассники — URL: <http://ok.ru/regulations>

## Значимость программы интерактивного обучения при освоении иностранного языка

Сланбекова Асылзат Ермановна, магистр, старший преподаватель;  
Каменова Шынар Каменовна, преподаватель;  
Хасенова Айгерим Асхатовна, преподаватель  
Карагандинский государственный университет имени Е. А. Букетова (Казахстан)

Сфера образования является главным стратегическим направлением конкурентоспособности нации, поэтому во всех экономически развитых странах качество образования на высоком уровне. Превосходство в конкуренции формируется на уровне интеллекта людей и информационных ресурсов. Информатизация системы образования требует внедрения компьютерных технологий в процесс обучения. Мультимедийные технологии находят широкое применение в создании электронных учебников и обучающих учебно-методических комплексов. В настоящее время учебно-методический комплекс применяется наряду с традиционными печатными учебниками.

Главные критерии мультимедийных учебных ресурсов: компактность, возможность быстрого обмена данными, наглядность, соответствие уровню современных научных знаний. Использование ресурсов электронного обучения показали, что студенты хорошо осваивают изложенный материал.

Элективные дисциплины являются основными дисциплинами в получении образования по специальности. Для решения проблем качественной подготовки специалистов интерактивные обучающие комплексы создаются с помощью современных компьютерных технологий.

В данной статье рассматриваются вопросы внедрения программ интерактивного обучения в процесс обучения полиязычных групп по предмету «Мультимедийные технологии». В соответствии с учебным планом КарГУ имени Е. А. Букетова предмет «Мультимедийные технологии» относится к числу основных дисциплин по выбору специальностей 5В060200 — Информатика, 5В070300 — Информационные системы, 5В011100 — Информатика. По программе обучения создание веб-сайтов, анимация, съемка видеофильмов, знание возможностей в освоении навыков в сферах мультимедиа является основной задачей подготовки специалистов.

Проводимый метод обучения по дисциплине рассматривает аппаратные аспекты обучения, связывая теорию и технологию обучения. Полученные знания в ходе обучения предмета «Мультимедийные технологии» используются в практической деятельности при работе с прикладным программным продуктом Adobe Flash. Flash предназначен для работы с растровыми, векторными изображениями. Графические пакеты изучаются в дисциплинах «Компьютерная графика», «Web — технологии», «3d max».

В ходе практических занятий студенты обучаются приемам самостоятельной работы, поиску новых путей получения образования через средства обучения. Это накопи-

вает творческие навыки, но не всегда можно осуществить в учебных аудиториях, поэтому очень важно применять для этих целей видео и анимационные ресурсы. Для создания видеоматериалов можно использовать цифровой фотоаппарат, так как размеры видеоматериалов бывают очень большими, могут возникнуть сложности применения представленных материалов в сети. Независимо от размера работы и достигнутых успехов в теории и на практике при создании мультимедийных приложений, есть ряд вопросов, которые остаются объектом дискуссии. К ним относятся: правила в создании анимационных материалов, а также критерии выбора технологии. Применение Flash-технологии позволяют во-первых уменьшать размер файлов, а также поставить логический акцент на видеоматериал.

В качестве программного средства при создании мультимедийных продуктов учитываются следующие этапы разработки проекта: постановка задач; анализ объектов; разработка алгоритма; выбор программного продукта и методов представления информации; постановка звука; создание анимации; представление видео; ввод текста; построение графических изображений. Процесс создания мультимедиа продуктов состоит из двух основных этапов проектирование и реализация.

Авторы статьи создали мультимедийный продукт в рамках предмета «Мультимедийные технологии». Созданная программа выполняет следующие функции: запись, покраска, изменение масштаба, создание гиперссылок, кнопок, формирование навыков работы со средствами программы.

В соответствии с законом «О языках» Республики Казахстан, казахский язык — национальный язык, а русский и английский языки — являются официальными языками международного отношения. Английский язык — в настоящее время является официальным языком многих стран. Граждане Казахстана, желающие получить образование за рубежом, обязательно должны владеть английским языком. Поэтому, в целях обучения казахскому и английскому языкам студентов бакалавриата разработан интерактивный ролик «Мой волшебный дом».

В зависимости от каждой новой версии программы Flash, при создании интерактивных роликов очень удобно использовать язык Action Script. Преимущество этого языка то что, он позволяет создавать интерактивные ролики приближенные к жизни.

Для получения компактных файлов рекомендуется придерживаться ряд правил:

- Однотонный фон;
- Замена анимационного курсора на стандартный;
- Оптимальная частота 15 кадров в секунду;
- Чем меньше при записи разрешение экрана, тем меньше будет размер файла.

Для добавления интерактивных элементов экспортируются фильмы только в форматах EXE и SWF, потому что AVI или GIF-анимация не поддерживают систему интерактивных правил. Еще одно преимущество формата SWF это сжатие файла на высоком уровне и удобство при помещении его на web-страницах.

Для создания логического воздействия были использованы инструменты рисования. Логическое воздействие это психолого-аппаратный метод, направленный на обращение внимания пользователя на определенный объект. Психологическое влияние логического воздействия зависит от поиска с помощью глаз и уменьшения времени утверждения умения видеть через центр главного объекта. А также применялись методы такие как покраска главного объекта светлым цветом; изменение его раз-

мера; выделение с помощью эффекта. Количественная оценка логического воздействия является его производительность. Производительность зависит от соотношения цвета и прозрачности объекта по отношению к фону и изменение относительного размера объекта по отношению размер и фон изображения.

В современном мире новых информационных технологий, способ доставки информации в графическом виде широко распространен. Этот метод используется не только в синтаксическом виде, а также в виде динамической графической информации. Во Flash можно создавать игры, это имеет большое значение при внедрении новых производственных технологий и рекламировании их потребителям. Технологий Flash позволяет создавать проекты по своему вкусу используя все возможности данной программы.

Например, используя программу осваивается написание и произношение новых слов изображенных в виде объектов на казахском и английском языках и этот анимационный процесс является сложным процессом. На первом рисунке предстален кадр анимаций главного окна.



Рис. 1. Окно главной страницы

Для того чтобы пройти в дом нужно нажать на следующую кнопку. Каждая комната представлена в виде кнопок, нажимая их, можно пройти в соответствующую комнату. Чтобы вернуться в главное меню нужно нажать

на картинку мальчика. Мальчик находит предметы, названия которых находятся на правой стороне, и дальше переходит к следующей игре.

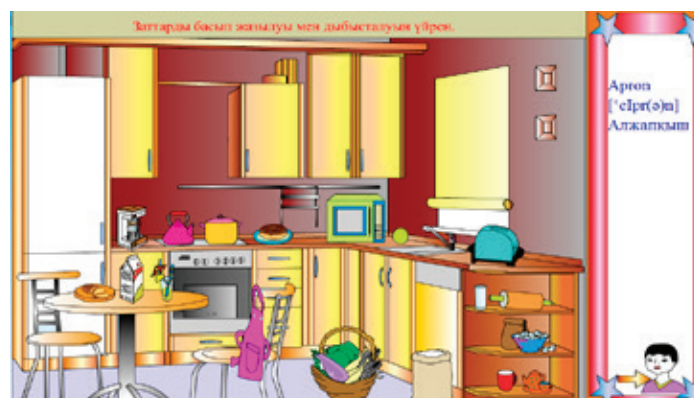


Рис. 2. Окно столовой комнаты

Нажимая на определенный предмет на экране можно увидеть казахское, английское название этого предмета и транскрипцию. В игре нужно найти предмет соответствующий слову на английском языке которое находится на правой стороне и нажать на него левой кнопкой мыши.

Для модернизации игровой программы высокого качества параметры флэш-ролика даны в соответствии с параметрами видеофайла. А также, эту игру можно увидеть не загружая весь проект. Преимущество данной интерактивной игры в зависимости от выбранного языка обучения является ввод в действие различных текстовых файлов. Загрузка текста во флэш-ролики достигается с применением action scripta.

Посредством использования этой программы в ходе интересных игр осваивается написание и произношение новых слов, изображенных в виде объектов на казахском и английском языках, тем самым, повышается качество

полиязычного образования, а также, пробуждается активность учащегося в учебном процессе. Красивый интерфейс программы и анимация перерастают в интересную и познавательную игру.

Следовательно, применение компьютерных технологий в процессе обучения иностранному языку помогает провести урок. Результаты, полученные при работе, анимационные картинки, видео-сценки, презентации и т.п. сопровождаются различными звуками.

Практическая значимость данной работы это метод созданный для эффективного изучения иностранного языка с помощью мультимедийных презентаций и видеороликов, повысит эффективность процесса обучения разговорной речи, пробуждает интерес и желание пользователей к обучению, позволяет легко и быстро освоить новый материал, а также, эту программу можно самостоятельно совершенствовать.

#### Литература:

1. Рейнхард, Р., Лотт Д. Macromedia Flash MX ActionScript. Библия пользователя.: Пер с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 1280 с.: ил. — парал.тит.англ.
2. Лещев, Д. В. Flash MX 2004. Теория и практика. Самоучитель. — СПб.: Питер, 2004. — 362 с.: ил.
3. Слепченко, К. Macromedia Flash Professional 8 на примерах. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 416 с.

## Использование прогнозной аналитики в информационно-аналитических системах поддержки принятия решений

Чугреев Валерий Леонидович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;

Баданин Дмитрий Александрович, инженер-исследователь  
Институт социально-экономического развития территорий РАН (г. Вологда)

В современных условиях лавинообразного роста информации использование интеллектуальных методов анализа данных в системах поддержки принятия решений является очевидным и закономерным шагом. Особенно актуально это для информационных систем федерального и муниципального уровня.

Прежде чем начать рассмотрение содержательной части, определим используемые понятия.

«**Прогнозная, предсказательная, предикативная аналитика** (Predictive Analytics) — набор методов интеллектуального анализа данных направленного на прогнозирование будущего поведения объектов и субъектов. В основе прогнозной аналитики лежит автоматизированная обработка относительно больших массивов данных. Целью такой обработки является извлечение из имеющихся массивов закономерностей и зависимостей, позволяющих строить прогнозные модели. Осуществляется это преимущественно с помощью статистических методов.

«**Машинное обучение** (Machine Learning) — подраздел искусственного интеллекта, математическая дисциплина, использующая разделы математической

статистики, численных методов оптимизации, теории вероятностей, дискретного анализа, и выделяющая знания из данных. Различают два типа обучения. Обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении закономерностей в эмпирических данных. Дедуктивное обучение предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами. Многие методы индуктивного обучения разрабатывались как альтернатива классическим статистическим подходам. Многие методы тесно связаны с извлечением информации, интеллектуальным анализом данных» [1].

По сути, машинное обучение — это набор программных решений, алгоритмов и математических методов, применяемых в автоматизированном интеллектуальном анализе данных. Это целый класс программно-математических решений, позволяющих строить модели на основе массива данных, а также извлекать из этих данных неочевидные на первый взгляд закономерности. Машинное

обучение имеет более широкий смысл, чем прогнозная аналитика. Можно сказать, что прогнозная аналитика базируется на методах машинного обучения.

Стоит обозначить приоритетные цели использования озвученных выше подходов в контексте разработки информационно-аналитических систем поддержки принятия решений. Первая цель — это интеллектуальный, автоматизированный анализ данных, извлекающий скрытые зависимости и правила. Вторая цель — это построение прогнозных моделей на базе имеющихся массивов и использование полученных моделей для исследования социально-экономических явлений.

В качестве иллюстрации рассмотрим несколько реальных примеров применения прогнозных аналитики.

**Реклама и маркетинг.** Это, наверное, одна из самых привлекательных с коммерческой точки зрения область применения. Рассмотрим классическую задачу рассылки рекламных предложений по почте. Стоимость каждого отправления имеет какую-то вполне определенную цену, и чем больше охват (количество отправок), тем больше затраты. Вполне закономерно желание владельца бизнеса сократить расходы путем увеличения их эффективности. Классическое маркетинговое решение — это выбор целевой группы, т.е. рассылка осуществляется только тем, кто с большей вероятностью откликнется на предложение. Однако поиск такой целевой группы — далеко не тривиальная задача. Как правило, маркетолог делает какие-то свои предположения на этот счет и проверяет их на практике. Очевидно, что от ошибочных предположений никто не застрахован и большая доля провальной рекламы — это скорее правило, чем исключение.

Применение методов прогнозных аналитики позволяет повысить эффективность рассылки. Все, что для этого нужно — история рекламных обращений, каждая запись которой включает в себя профиль адресата (возраст, пол, материальное положение и др. параметры) и признак успеха или неудачи рекламного обращения. Таким образом, мы имеем набор предположительно взаимосвязанных признаков. С помощью математических методов можно установить наличие зависимости одних признаков от других, т.е. какие признаки больше всего влияют на интересующие нас признаки (в данном случае успешность рекламного обращения).

Обучение специально разработанной для этого программы на основе имеющегося массива рекламных обращений — это, собственно, и есть машинное обучение. Результатом такого обучения будет сформированная программой модель, которая позволяет прогнозировать последствия рекламных обращений к новому адресату. Успех построения прогнозных моделей зависит, прежде всего, от объема истории и ширины профиля: чем больше было обращений (как успешных, так и неуспешных) и чем больше признаков в профиле адресата, тем лучше. Это исходные данные, по которым строится модель. Если их мало, если имеющиеся параметры профиля никак не влияют на отклик (нет зависимостей), то модель не удастся построить.

По такой же схеме прогнозную аналитику используют для показа рекламных объявлений на сайтах, где есть возможность собирать персонализированные данные (пользователь заполняет свой профиль), например, на сайтах, занимающихся предоставлением образовательных услуг, сайтах знакомств, почтовых сайтах и др.

**Работа с персоналом.** Аналогичный подход на основе прогнозных аналитики используется в компании Hewlett-Packard для оценки сотрудников по шкале «риск ухода» [2]. Компания, имея обширную историю увольнений (на 2015 г. в компании работало 302 тыс. сотрудников), разработала модель, позволяющую прогнозировать увольнение того или иного сотрудника. Сотрудники, работающие с персоналом, отслеживая ситуацию, могут вовремя вмешаться в происходящее (например, скорректировать условия работы, обязанности, вознаграждение и т.д.), чтобы не допустить увольнения ценного сотрудника.

Подобный подход также применяется для удержания клиента, т.е. на основе истории взаимодействия с клиентами, можно построить прогнозную модель их ухода.

**Страхование и кредитование.** Прогнозная аналитика широко применяется в страховой и банковской сфере. Рассмотренный выше алгоритм для рекламы может быть использован для построения прогнозных моделей наступления страхового случая, невозврата кредита или задержки по выплатам. Подход здесь ровно такой же: определяются измеримые параметры и формируется история, а затем с помощью специальных математических методов формируется модель. Параметрами могут быть: пол, возраст, семейное положение, доход, количество детей, город проживания, величина страховки, кредита и др. Все они могут влиять на вероятность наступления страхового случая или невозврата кредита.

### Программный инструментарий

Наибольшую заинтересованность в интеллектуальном анализе данных испытывает бизнес, многие из рассмотренных выше примеров применения прогнозных аналитики подразумевают существенную коммерческую выгоду. Поэтому с одной стороны, есть потенциальные потребители такого рода решений, а с другой — уже зарекомендовавшие себя компании, предоставляющие соответствующие услуги и продукты, т.е. программную инфраструктуру. При этом существуют как платные, так и бесплатные программные решения, к последним можно отнести т.н. open-source системы.

Open-source системы, которые можно использовать для предикативного анализа: R, KNIME, RapidMiner, Weka. Коммерческие системы, которые можно использовать для предикативного анализа: TIBCO (Tibco Spotfire), Angoss KnowledgeSTUDIO, KXEN Modeler, Mathematica, MATLAB, Oracle Data Mining, Pervasive, SAP, SAS, Minitab, StatSoft STATISTICA, IBM SPSS. В этом списке перечислены как специализированные продукты,



так и системы общего назначения (MATLAB, STATISTICA, SPSS), которые также можно использовать при построении прогнозных моделей.

### Интеллектуальный анализ данных в России

Если активное применение методов прогнозных аналитики в коммерческом секторе вполне ожидаемо, т.к. приносит существенную финансовую выгоду, то их использование для решения государственных, региональных и муниципальных задач пока еще не нашло широкого распространения. Хотя работы в этом направлении ведутся.

«По словам экспертов, среди госструктур обработку big data внедрили Федеральная налоговая служба, аналитический центр правительства России, Пенсионный фонд, правительство Москвы, Фонд обязательного медицинского страхования, Федеральная служба безопасности, Следственный комитет и Служба внешней разведки. С применением анализа больших данных в отечественной медицине все печально — о реальных внедрениях речь пока не идет, несмотря на высочайший потенциал» [3].

Под термином big data здесь понимается весь спектр методов и технологий машинного обучения, т.е. подразумевается использование методов интеллектуального анализа данных на относительно больших массивах данных.

### Исходные данные для интеллектуального анализа

«В общем случае под информационно-аналитической системой (ИАС) понимается компьютерная система осуществляющая хранение, обработку, анализ и предоставление информации в удобном для пользователя виде. В более узком смысле это система, оперирующая большими массивами данных и выполняющая их анализ, именно в этом контексте наиболее полно проявляются возможности и достоинства таких систем» [4].

Исходя из ранее выделенных аспектов, существенно влияющих на разработку ИАС [4], использование методов прогнозных аналитики затрагивает два аспекта: информационный и методический. Информационный аспект связан со сбором исходных данных, необходимых для работы ИАС, методический аспект затрагивает вопросы анализа данных, построения алгоритмов обработки данных.

В контексте обработки больших наборов данных (традиционно используемых в методах прогнозных аналитики) наиболее привлекательным является автоматизированное получение т.н. открытых данных (Open Data). Речь идет о машиночитаемых данных федерального и регионального уровня, размещаемых в сети Интернет для публичного доступа. В качестве примера источника таких данных можно привести «Портал открытых данных Российской Федерации», размещенный по адресу: data.gov.ru

Обработку информации с таких порталов относительно просто автоматизировать, поэтому их удобно использовать в качестве устойчивых каналов поступления данных в ИАС. Информация на порталах открытых данных весьма разнообразна, что позволяет использовать ее для построения прогнозных моделей. Среди этого разнообразия можно искать скрытые зависимости и корреляции одних параметров от других. Так, например, на портале открытых данных Татарстана (open.tatarstan.ru/data/dataset) представлено более полутысячи наборов данных. В одном лишь блоке «Экономика» присутствует 55 наборов данных (информация по состоянию на начало марта 2016 года). Среди них такие наборы как «Среднемесячная заработная плата», «Среднедушевые денежные доходы», «Оборот розничной торговли» и др. потенциально полезные для ИАС сведения. Большая часть наборов обновляется ежемесячно. Таким образом, накопленные за несколько лет данные — это исходный массив для построения прогнозных моделей.

### Литература:

1. Машинное обучение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинное\\_обучение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинное_обучение)
2. Сигель, Э. Просчитать будущее. Кто кликнет, купит, совет или умрет [Текст]: пер. с англ. / Э. Сигель — М.: Альпина Паблишер, 2014
3. Соколова, А. Как устроен рынок big data в России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rusbase.com/howto/big-data-in-russia/>
4. Чугреев, В.Л. Методологические аспекты разработки информационно-аналитических систем для решения задач развития территорий [Электронный ресурс] / В.Л. Чугреев, Д.А. Баданин // Вопросы территориального развития. — 2015. — № 10. — Режим доступа: <http://vtr.vsecc.ac.ru/article/1710>

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Потенциал активной системы и ее активизация

Абдрахманов Рустам Бахтиёрулы, кандидат технических наук, и.о.доцента;  
 Рустамов Насим Тулегенович, доктор технических наук, доцент  
 Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави (г. Туркестан, Казахстан)  
 Жасузакова Мейрамкул Жасузаковна, магистр, старший преподаватель  
 Университет «Сырдария» (г. Жетысай, Казахстан)

*Работа посвящена описанию потенциала активных систем, определяющих эффективность управления и процедуру его активизации. Эффективность такой активизации оценивается алгоритмом формирования сообщений о выполнении заданного плана элементами этой системы. Рассмотрение возможности оценки манипулируемости сообщений о выполнении плана элементами этой системы, и роль процедуры административного контроля в такой оценке.*

**Ключевые слова:** активизация потенциала, активная система, пассивная система, процедура административного контроля, эффективность управления, элемент активной системы, манипулируемость.

### The potential of the active system and its activation

Abdrakhmanov Rustam Bahtiyaruly, Ph.D;  
 Rustamov Nasim Tulegenovich, Ph.D, assistant  
 International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi (Turkestan, Kazakhstan)  
 Zhasuzakova Meiramkul Zhasuzakovna, master, senior lecturer  
 University «Syrdarya» (Zhetysai, Kazakhstan)

*The work is devoted to description of active building systems that determine the efficiency of management, and its activation procedure. The effectiveness of such revitalization is estimated algorithm of formation of reports of the implementation plan specified the elements of that system. Consider the possibility of evaluation of manipulability message announcing the implementation of the plan elements of the system and the role of the procedure administrative control in this evaluation.*

**Keywords:** activation potential, active system, a passive system, the procedure of administrative control, management efficiency, the active element of the system, manipulability.

Рассмотрим классическую формулировку задачи управления некоторой (пассивной или активной) системой [1, 2] с учетом потенциала  $P_o^{A_c}$  этой системы состоящего из трех компонентов [3]: внешний потенциал  $P_{вн}^{A_c}$ , внутренний потенциал  $P_{вн}^{A_c}$  и потенциал управления  $P_y^{A_c}$ , т.е.

$$P_o^{A_c} : P_{вн}^{A_c} \& P_{вн}^{A_c} \& P_y^{A_c} . \quad (1)$$

Пространственный вид потенциал  $P_o^{A_c}$  активной системы до начала своей деятельности можно представить в виде параллелепипеда (рис. 1). А после начала как пирамиду (рис. 2).

В действительности, когда планируется деятельность организации (активная система  $A_c$ ), в первую очередь, учитывается внутренний  $P_{вн}^{A_c}$  и внешний потенциал  $P_{вн}^{A_c}$ , и активизируется потенциал управления  $P_y^{A_c}$ . Процедура планирования  $X$  определяет как использовать или в каких соотношениях использовать  $P_{вн}^{A_c}$ ,  $P_{вн}^{A_c}$ ,  $P_y^{A_c}$  активной системы. В этом случае  $A_c$  будет в состоянии параллелепипеда рис.1. После активизации  $P_y^{A_c}$  начинается деятельность  $A_c$ . А в этом случае  $A_c$  будет в состоянии пирамиды рис. 2.

Устойчивость организации зависит от устойчивости пирамиды. А устойчивость пирамиды от эффективности

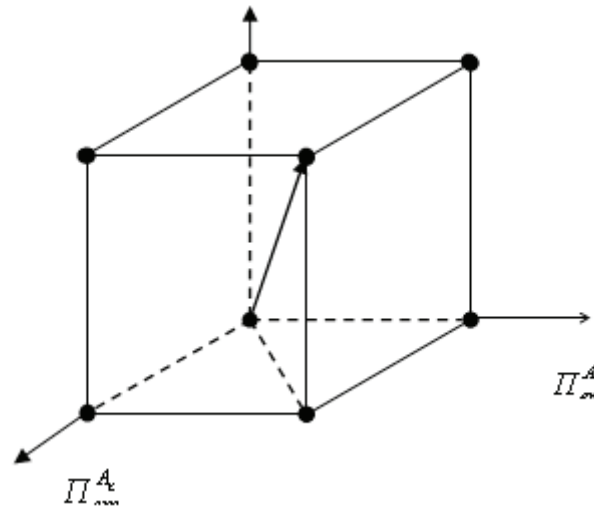


Рис.1. Пространственный вид до начала деятельности  $A_c$

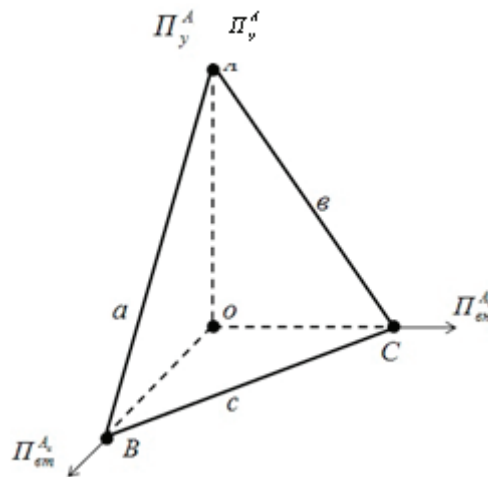


Рис.2. Пространственный вид после начала деятельности  $A_c$

управления активной системой  $A_c$ , т. е. в каких соотношениях будем использовать  $\Pi_{ан}^A$ ,  $\Pi_{ст}^A$ ,  $\Pi_y^A$  системы.

Для начала рассмотрим различия в управлении пассивными и активными системами. Для пассивной (например, технической) системы зависимость  $y=G(\eta)$  является, фактически, моделью системы — управляемого объекта, отражающей регламент его функционирования.

Иначе обстоит дело в активных системах ( $A_c$ ), т. е. системах, в которых управляемые субъекты обладают свойством активности, в том числе свободой выбора своего состояния. Помимо возможности выбора состояния, элементы активной системы  $A_c$  обладают собственными интересами и предпочтениями, осуществляют выбор состояние целенаправленно (противном случае их поведение можно было бы рассматривать как пассивное). Соответственно конкретизируется и модель системы  $G(\eta)$ , которая должна учитывать проявления активности управляемых субъектов  $A_c$ .

Пусть состояние системы описывается переменной  $y \in A$ , принадлежащей допустимому множеству  $A$ . Состояние системы в рассматриваемый момент времени

зависит от потенциала  $\Pi_o^A$  системы и управляющих воздействий  $\eta \in U$ :  $y=G(\eta)$ . Предположим, что на множестве  $U \times A$  задан функционал  $\Phi(\eta, G(\eta), \Pi_o^A)$ , определяющий эффективность функционирования системы (с точки зрения управляющего органа). Величина  $K(\eta) = \Phi(\eta, G(\eta), \Pi_o^A)$  называется эффективностью управления  $\eta \in U$ . Задача управляющего органа заключается в выборе такого допустимого управления, которое максимизировало бы значение его эффективности при условии, что известен потенциал  $\Pi_o^A$  и реакция системы  $G(\eta)$  на управляющие воздействия:

$$K(\eta) \rightarrow \max_{\eta \in U} \tag{2}$$

Выполнение этого условия во многом зависит от того, как организована процедура административного контроля  $A_c$  системы [3, 4]. Так как значение функции  $G(\eta)$ , будет максимальной  $G(\eta) \rightarrow \max_{\eta \in U}$ , если центр  $A_c$  знает неманипулируемое сообщение  $\hat{S}$  о ходе выполнения плана активными элементами  $A_c$ . Сообщение  $\hat{S}$  является результатом работы процедуры:

$$A_c: G(\eta) \rightarrow \hat{S} \tag{3}$$

Центр  $A_c$ , после планирование свою деятельность, чтобы достичь поставленной цели, будет активизировать  $\Pi_y^{A_c}$  [6], т. е.:

$$\xi : ((\Pi_{en}^{A_c} \cap \Pi_{em}^{A_c}) \rightarrow \Pi_y^{A_c}) \rightarrow X \quad (4)$$

А процедура активизации и будет выбором модели управления  $G(\eta)$ . Такой технологией управления центр может, сохранит свою  $A_c$  как целую систему в условиях ограниченности ресурсов [5]. С другой стороны эффективность такой активизации связан процедурой административного контроля  $A_c$ .

Эффективное управление активной системой  $A_c$  зависит от того, как организована процедура административного контроля  $A_c$ . Так как система контроля играет роль обратной связи в управлении организацией. Действительно, множество проблем в управлении организациями (фирмами, предприятиями, учреждениями и т. д.) самого разного масштаба и специализации возникает из-за того, что за грамотной декларацией целей нередко следует набор действий и мероприятий, имеющих к этим целям самое отдаленное отношение. Например, на предприятии распоряжения руководства приводят к результатам, которые прямо противоположны запланированным. Причина в том, что мало принять распоряжение, необходимо осуществить контроль над их реализацией.

**Цель работы.** Показать зависимость выполнения плана  $X$  активной системы от активизации потенциала  $A_c$  и модели управления  $G(\eta)$  от психологических факторов  $A_3$  системы и найти условие неманипулируемости сообщений о выполнении плана  $A_c$ . Т. е.  $A_k: G(\eta) \rightarrow \hat{S}$ .

**Метод решения.** Управляющие воздействия (или процедура активизации потенциала управления  $\Pi_y^{A_c}$ )  $\eta \in U$  по своей физической природе, имеет два компонента: *силу* и *глубину*. От этих компонентов воздействия и зависит выбор типа управления [4].

*Сила воздействия*  $F$  — воздействие, влияющее на состояние объекта управления. Это может быть информационный сигнал, стимул, власть, авторитет, приказ, инструкция, и т. д.

*Глубина воздействия*  $Q$  — степень влияния воздействия на объект управления. Сочетание силы и глубины воздействия определяет тип управления. Управление — это воздействие, имеющее вид  $U=F\&Q$ . Естественно на это воздействие обязательно будет реакция управляемого элемента  $A_3$ .

Реакции  $A_3$ , на управляющие воздействия в нашем случае, разделили на четыре группы:

$S$  — сопротивляемость  $A_3$  на управляющие воздействия. Сопротивляемость выражается в нежелании выполнять заданный план.

$I$  — избирательность  $A_3$  на управляющие воздействия. Она выражается в избирательности (предпочтительности) на выполнении плана.

$N$  — неопределенность  $A_3$  на управляющие воздействия. Она выражается в неопределенности или безразличии к выполнению плана.

$AI$  — активность  $A_3$ . Она выражается в большом желании выполнять заданный план.

Таким образом, модель активной системы выглядит следующим образом:

$$G(\eta) = (\eta \rightarrow S) \& (\eta \rightarrow I) \& (\eta \rightarrow N) \& (\eta \rightarrow AI) \quad (5)$$

Если цель центра обозначим как  $\Psi_{A_c}(X, \Omega)$ : где  $X$  план, который должен выполнить  $A_c$ ,  $\Omega$  — множество типов  $A_3$ , в принципе,  $\Omega$  — означает кадровый потенциал  $A_c$ , тогда задача управления по выбору оптимального управления  $\eta = \eta(y) \in U$ ,  $\eta: A \rightarrow U$ , т. е. допустимое управление, максимизирующее эффективность. Другими словами, необходимо найти при каких условиях работа процедуры административного контроля  $A_c$ :

$$\eta^* \in \text{Argmax } K(\eta) = \{ \eta \in U \mid \forall v \in U K(\eta) \geq K(v) \} \quad (6)$$

У центра  $A_c$  существует цель  $\Psi_{A_c}(X, \Omega)$  в виде планов  $X$  и совокупность активных элементов  $A_3$ , выполняющих эти планы. Точно также существует цель  $A_3$   $\Psi_{A_c}(x_i, y_i, r_i)$ , где  $x_j \in X, y_i \in A, r_j \in \Omega$ . Из-за разницы (не совпадения цели)  $\Psi_{A_c}(X, \Omega) - \Psi_{A_c}(x_i, y_i, r_i)$  появляется необходимость в процедуре административного контроля за выполнением  $X$  активными элементами  $A_c$ . Здесь,  $X$  — совокупность планов  $A_c$ , которая должна выполняться;  $A$  — совокупность состояний  $A_c$  после воздействий  $U$ ;  $\Omega$  — совокупность типов  $A_3$ .

Будем считать, что центр определяет планы по процедуре планирования  $\pi: \hat{S} \rightarrow X$ , где  $\hat{S} = \prod_{i \in I} s_i, X = \prod_{i \in I} x_i$  и план, назначаемый  $i$ -му  $A_3$ , будет определяться выражением:  $x_i = \pi(\hat{S}), i \in I; s_i \in \hat{S}$ .

Для того, чтобы определить условие для процедуры  $A_k$ , обеспечивающее эффективность управления (4), проанализируем процедуру планирования [6].

План  $X$  состоит из  $\{a_{ij}(x_j)\}$  — частей, где  $x_j \in X$  — содержание плана,  $a_i$  —  $i$ -тая часть этого плана. С другой стороны  $X$  должен выполняться к заданному сроку  $t = \{t_1, t_2, t_3, \dots\}$ . Части плана, выполняемые к заданному сроку, выразим как  $a_{11}^{t1}(x_1) \in x_j - a$ , часть плана  $X$ , выполняемая за время  $t_1$  активным элементом  $A_3$ . Таким образом, центром  $A_c$  задается множество планов, элементы которого в активной системе  $A_c$  должны выполняться в заданное время  $t$ :

$$X = \{a_{11}^{t1}(X_1), a_{22}^{t2}(X_2), \dots, a_n^{tn}(x_n^n)\} \quad (7)$$

где  $t = t_1 + t_2 + \dots + t_n$ .

После этого руководители структуры  $A_c$  распределяют по  $A_3$  планы. При этом руководители структуры  $A_c$  должны четко сформулировать содержание планов  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которое активные элементы  $A_3$  должны выполнить в заданный срок следующим образом:

$$x_1^{t1} = b_1 t_1 \quad (8)$$

где время  $t_1 = t_1^1 + t_1^2 + \dots + t_1^e$

$$x_2^{t2} = b_2 t_2 \quad (9)$$

где время  $t_2 = t_2^1 + t_2^2 + \dots + t_2^{nc}$

$$x_k^{tk} = b_k t_k \quad (10)$$

где время  $t_2 = t_K^1 + t_K^2 + \dots + t_K^K$

В этом случае  $b_k$  — содержание плана,  $x_k, x_k \in X$ ,  $t = t_1 + t_2 + \dots + t_k$  — общее время для выполнение работы  $\{$

$b_1, b_2, \dots, b_k$ . С другой стороны  $b_k \in B$  — работа, являющаяся содержанием плана  $X$ , делится на части  $b_1 = b_1^1 + b_1^2 + b_1^3 \dots + b_1^n$  и требует определенного промежутка времени  $t_k$  для выполнения всех частей работы  $b_k$ . Таким образом, план  $X$  будет функцией  $B$  и  $t$ , т. е.  $X(B, t)$ .

Активный элемент  $A_3$  будет выполнять план  $x_j$ , который отражается в сообщении  $s_j^n$ ,  $X(B, t)$ , в сообщении  $\hat{S}$ . Сообщение о том, что элемент  $A_3$  выполнил план  $x_i$ , будет отражаться в сообщении  $s_j^n$ . Результирующим сообщением  $\hat{S}$  о выполнении плана  $X$  будет:

Это равенство выражает формирование сообщений  $\hat{S}$ , передаваемых центру  $A_c$  через  $A_k$ . Именно, функцией процедуры административного контроля  $A_k$ , выявляется не допустить искажение этого сообщения.

Исходя из вышеизложенных соображений, процедуру планирования  $\pi: \hat{S} \rightarrow X$  можно представить в виде следующей таблицы:

Таблица 1

$A_{3i}$	$X^{ti}$	$b$	$b^1$	$b^2$	$b^3$	...	$b^n$	$\sum_{i=1}^n b_i^i$	$\hat{S}$
$A_{31}$	$x_1^1$	$b_1(t_1)$	$b_1^1(t_1^1)$	$b_1^2(t_1^2)$	$b_1^3(t_1^3)$	...	$b_1^n(t_1^n)$	$\sum_{m=1}^n b_1^m$	$s_1^n$
$A_{32}$	$x_2^1$	$b_2(t_1)$	$b_2^1(t_1^1)$	$b_2^2(t_1^2)$	$b_2^3(t_1^3)$	...	$b_2^n(t_1^n)$	$\sum_{m=1}^n b_2^m$	$s_2^n$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$A_{3k}$	$x_k^1$	$b_k(t_1)$	$b_k^1(t_1^1)$	$b_k^2(t_1^2)$	$b_k^3(t_1^3)$	...	$b_k^n(t_1^n)$	$\sum_{m=1}^n b_k^m$	$s_z^n$
$A_c$	$\sum_{e=1}^k x_e^t$	$\sum_{e=1}^k b_e(t_1)$	$\sum_{e=1}^k b_e^1(t_1^1)$	$\sum_{e=1}^k b_e^2(t_1^2)$	$\sum_{e=1}^k b_e^3(t_1^3)$	...	$\sum_{e=1}^k b_e^n(t_1^n)$	$X = \sum_{p=1}^k \left( \sum_{e=1}^k b_e^n(t_1^n) \right)_p = \sum_{z=1}^m \left( \sum_{m=1}^n b_k^m \right)_z$	
$\hat{S}$	$S^1$	$S^2$	$S^3$	$S^4$	$S^5$	...	$S^e$		$\hat{S} = \sum_{e=1}^n (s_e^1) = \sum_{z=1}^m (s_z^n)$

Эта таблица выражает баланс выполнения плана  $X$  активными элементами  $A_3$  организации в заданное время. А условие выполнения плана выражается процедурой:

$$X: \sum_{c=1}^n \left( \sum_{e=1}^k b_e \right)_c \rightarrow \hat{S} \tag{12}$$

Тем самым определяем процедуру активизации потенциала  $\xi$  как [7]:

$$\xi: ((\Pi_{\text{вн}}^{A_c} \cap \Pi_{\text{вн}}^{A_c}) \rightarrow \Pi_y^{A_c}) \rightarrow X \tag{13}$$

Эта процедура показывает, что результаты процедуры  $A_k$  определяют эффективность активизации потенциала активной системы, оценивая степень искажения сообщений  $\hat{S}$ .

**Теорема.** Если план  $X$ ,  $A_c$  которого должен выполнить  $Y$  — выполненную часть этого плана. Тогда процедура выполнения этого плана выглядеть как  $\hat{S}: Y \rightarrow X$ .

**Доказательство.** Чтобы скорректировать план  $X$ , центру  $A_c$  нужно неискаженное сообщение  $\hat{S}$ . Если  $\hat{S}$  будет искажаться, то корректировка плана будет необоснованной. Если сообщение искажается, то из таблицы видно, что баланс выполнения плана нарушается, т. е.  $\hat{S} < 1$ , если сообщение выполнения плана не будет искажаться, то баланс выполнения плана не нарушается, т. е.  $\hat{S} = 1$ . На основе (5)  $G(\eta) = 1$ . Из этого следует:  $K(\eta) \rightarrow \max_{\eta \in U} \tag{14}$

Тем самым ясно видно, что результаты работы процедуры  $A_k$  прямо влияют на эффективность управления организацией.

Таким образом,  $Argmax K(\eta)$ , если выполняется условие (12). Процедура  $A_k$  (3) определяет выполняется ли условие (12). Из этого выходит, что содержание сообщений  $\hat{S}$ , является результатом работы процедуры  $A_k$ , т. е. процедура  $A_k$  сообщает центру организации о не искаженности сообщений  $\hat{S}$ . Так центр узнает о выполнении условия (12) и примет управленческие решения.

**Выводы.** Процедура планирования в  $A_c$  осуществляется в зависимости от  $\Pi_o^{A_c}$  активной системы, используя соотношения между  $\Pi_{\text{вн}}^{A_c}$ ,  $\Pi_{\text{вн}}^{A_c}$ ,  $\Pi_y^{A_c}$ . С другой стороны потенциал  $\Pi_o^{A_c}$  активной системы определяет

процедуру планирование  $X: \sum_{c=1}^n \left( \sum_{e=1}^k b_e \right)_c \rightarrow \hat{S}$ . А потенциал

$\Pi_y^{A_c}$  и его активизация всегда влияет на эффективность управления  $A_c$ . Повышение эффективности управления организационными структурами, при ограниченности ресурсов, имеет жизненно важное значение для организации. Сама процедура активизации сильно зависит от оценки манипулируемости сообщений  $\hat{S}$ .

С другой стороны, эффективное управление активной системой требует эффективной процедуры  $A_k$ . Так как в процессе управления, без обратной связи, центр организации не сможет принимать оперативно управленческие решения, будет разумно в  $A_c$  представлять передачу сообщений  $\hat{S}$  о выполнении плана

активным элементам организации  $A_s$ , с помощью процедуры административного контроля  $A_k$ . В этом случае манипулируемость сообщений  $\hat{S}$ , передаваемых центру будет минимальным. За счет этого эффективность управления максимизируется.

#### Литература:

1. Д. А. Новиков, С. Н. Петраков. Курс теории активных систем. — М.: СИМТЕГ, 1989. — 104 с.
2. Бурков, В. Н., Новиков Д. А. Теория активных систем: состояние и перспективы. М.: СИНТЕГ, 1999. — 128 с.
3. Смирнов, Э. А. Основы теории организации — М.: ЮНИТН, 2000. — 375 с.
4. Рустамов, Н. Т., Ибраим М., Абдрахманов Р. Б. Закономерности организационных успехов и неудач. — Ташкент: «Fan va texnologiya» 2009, 200 с.
5. Виханский, О. С., Наумов А. И. Менеджмент: человек, стратегия, организация, процесс. М.: Изд-во МГУ, 1996. — 416 с.
6. Nasim Rustamov and Nurbai Dosanov. Effect of administrative control procedures to efficiency of organization management. International journal of mathematical analysis. Bulgaria, Vol. 9, 2015, no. 11, 521–526.
7. Рустамов, Н. Т., Азретбергенова Г. Ж., Жасузакова М. Ж. Активизация потенциала управления организации. Алматы, ЭКОНОМИКА баспасы, 2015. — 140 с.

## Результаты обследования административно-производственного здания постройки конца XX века

Абрашитов Валентин Султанович, кандидат технических наук, профессор;  
Жуков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент;  
Устинова Анастасия Викторовна, студент;  
Киушкина Валерия Александровна, студент  
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

*Представлены основные результаты визуального обследования административно-производственного здания постройки конца XX века. Установлены причины дефектов конструктивных элементов, характер и степень их повреждения. Изложены выводы и рекомендации по техническому состоянию конструкций здания.*

**Ключевые слова:** конструктивные элементы, визуальное обследование, капитальный ремонт, разрушение.

Административно-производственное здание построено в 1990 г. эксплуатируется как производственная база. Общие габаритные размеры здания составляют 18,65x49,15 м. Часть здания размером 12x18 м двухэтажная с высотой этажа 3,0 м, а часть здания, размером 12x36 м, одноэтажная с высотой помещения до низа несущих конструкций 5,8 м. Общая площадь помещения здания составляет 1070,7 м<sup>2</sup>. Здание имеет водопровод, канализацию, отопление и электроосвещение. В двухэтажной части здания находится административное помещение, а одноэтажная часть используется в качестве гаража-мастерской.

В двухэтажной части здания фундаменты под колонны сборные железобетонные по типу ПК-1 по серии К9-01-49. Размеры подошвы фундаментов состав-

ляют 1,7x1,7 м, а глубина заложения подошвы фундамента около 1,5 м. Фундаменты под колонны одноэтажной части здания сборные железобетонные по типу ПК-1 и серии К9-01-52. Глубина заложения подошвы фундамента не менее 1,5 м, то есть, не менее глубины промерзания грунтов для г. Пенза. Под наружные стены здания выполнены железобетонные фундаментные балки.

Двухэтажная часть здания имеет сборный железобетонный каркас по серии ИИ-04 с сеткой колонн 6x6 м с общим габаритным размером 12x18 м и сборные железобетонные колонны сечением 300x300 мм типа К-17-33-3 по серии ИИ-04-2, по которым уложены ригели сечением 400x400 мм типа РВ2-52-56 по серии ИИ-04-03 выпуск 2. По ригелям уложены плиты перекрытий

типа ПК6–58–16 и ПК6–58–12 толщиной 220 мм по серии ИИ-0404 выпуск 2. По плитам перекрытия устроены полы с цементно-песчаным раствором толщиной до 50 мм. полная нагрузка на плиты перекрытий составляет не менее 600 кгс/м<sup>2</sup>.

Для одноэтажной части здания размером 18х36 м имеем сборные железобетонные колонны сечением 300х450 мм и высотой  $H = 6,9$  м типа КП II-13 по серии КЭ-01–439 выпуск 2. По колоннам здания уложены двускатные железобетонные балки покрытия типа 1Б4 18–2 по серии ПК-01–06 выпуск 8\*. На балки покрытия уложены железобетонные ребристые плиты покрытия типа

ПНС–2  
3х6 по серии ПК-01–74/62 размером 300х2980х5960 мм. По плитам покрытия устроена кровля здания.

В качестве ограждающих конструкций для всего здания применены панели из ячеистого бетона толщиной 240 мм. Внутренние перегородки двухэтажной части здания выполнены из каменной кладки толщиной до 120 мм. В здании устроена перегородка из блоков ячеистого бетона, размером 200х300х600 мм. При этом данная перегородка до высоты 4,0 м выстроена из блоков, а выше — из стеклянных оконных полотен высотой 1800 мм. Оконные панели наружных стен выполнены большей частью из деревянных полотен и имеют разную высоту. Кровля в здании совмещена с покрытием и имеет внутренний организованный водосток. Она состоит из водонепроницаемого ковра с рубероидом на битумной мастике, стяжке из цементно-песчаного растворе, утеплителя и пароизоляции. Верхняя часть стеновых панелей закрыты парапетными плитами типа ПП10–40 по ГОСТ 6786–71.

Для эвакуации персонала административных помещений со второго этажа при пожаре предусмотрена эвакуационная лестница из металла с шириной марша не менее 1000 мм. Поперёк здания выполнена брандмауэрная стена из каменной кладки толщиной не менее 380 мм.

При освидетельствовании и обследовании состояния фундамента здания вскрытие шурфов по ним не проводилось. Тем не менее выявлено в части помещений первого этажа здания наличие ямы глубиной до 2,5 м и площадью до 10 м<sup>2</sup>. Данную яму рекомендуется засыпать и восстановить полы в этом помещении. Можно считать состояние фундаментов работоспособным. Вместе с тем выявлено проседание полов в помещении первого этажа двухэтажного здания. Отмечено наличие влаги на полах подсобного помещения.

Выявлено разрушение отмостки по фасаду, а также проседания отмостки на высоту до 200 мм. Попадание атмосферной влаги под полы первого этажа административного здания вследствие разрушения отмостки и вытекания атмосферной влаги через водоотводные трубы на разрушенную отмостку приводит к проседанию пере-

городок первого этажа и появлению в них вертикальных и горизонтальных трещин. Наличие таких трещин в перегородках делает их состояние ограниченно работоспособным. Необходимо провести в здании капитальный ремонт с заменой повреждённых перегородок на гипсокартонные перегородки по системе «Кнауф». Перед проведением капитального ремонта с заменой перегородок на первом этаже здания необходимо прежде всего восстановить отмостку вокруг наружных стен по всему периметру здания. Рекомендуется убрать деревья от наружных стен до 5 м.

При обследовании состояния конструкций здания выявлены следы протечек кровли здания, отмечены следы протечек на перекрытии первого этажа здания; имеются следы протечек кровли в одноэтажном нежилом здании; видны протечки кровли и поражение коррозией приборов отопления в помещении. Обследование состояния кровли здания показало, что кровля здания нуждается в капитальном ремонте. В ходе обследования кровли отмечено разрушение парапетных плит и водоизоляционного ковра. Выявлено неработоспособное состояние кровли у воронки водостока и разрушение парапетных плит. По результатам обследования кровли здания можно сделать вывод, что её состояние ограничено работоспособное и необходимо выполнить её полный капитальный ремонт с заменой некоторых парапетных плит и всего водоизоляционного ковра.

Выявлено разрушение водостоков кровли и разрушение верхней части брандмауэрной стены. Отмечено плохое состояние примыкания кровельного ковра к карнизной части, что также свидетельствует об ограниченном работоспособном состоянии кровли здания.

Внутри здания выявлено усиление перемычки из 2–х швеллеров по проёму шириной до 6,0 м. На швеллеры опирается перегородка из кирпича высотой до 3,5 м. По-видимому, здесь было выполнено усиление проёма путём установки двух дополнительных стоек из круглых труб. Рекомендуется выполнить эту дополнительную стойку из двух труб в виде каменного столба с металлической обоймой, оставленного на свайный фундамент.

При обследовании было отмечено, что оконные переплёты по внешним стенам, выполненные из дерева, поражены гнилью и имеют физический износ более чем на 65%. Их при ремонте рекомендуется заменить на новые окна с переплётами из ПВХ.

Местами по наружным стенам имеются разрушения швов между стеновыми панелями, которые рекомендуется восстановить заново.

Отмечено поражение коррозией некоторых металлических элементов дверных и оконных проёмов. Рекомендуется выполнить покрытие металлических элементов специальными лакокрасочными материалами, предварительно нейтрализовав поражение металла коррозией.

Таким образом, анализ результатов обследования нежилого здания показал, что состояние его с течением вре-

мени становится хуже, работоспособность большинства конструктивных элементов ограничена, и необходимо выполнить в здании полный капитальный ремонт. Для нормальной эксплуатации административно-производственного здания в процессе ремонта следует выполнить следующие требования:

1. Требуется восстановить отмостку вокруг наружных стен здания, а в некоторых её практически необходимо выполнить заново. Ширина отмостки должна быть не менее 800 мм и иметь уклон от стен здания не менее 5%.

2. Выпуски атмосферной влаги через трубу внутреннего водостока выполнить длиной от стен не менее 3,0 м. Вокруг наружных стен здания удалить все деревья на ширину не менее 5 м.

3. Выполнить капитальный ремонт перегородок первого этажа здания, имеющих осадочные трещины, путём их замены на перегородки по схеме «Knauf». Возможно выполнение мероприятий по усилению перегородок путём заделки трещин в них с нанесением арматурной сетки из Вр-І Ø3 мм шагом 50х50 мм и последующим оштукатуриванием поверхности перегородок и инъектированием трещин.

4. Устранить проседания полов первого этажа здания путём подливки мелкозернистым бетоном, либо фибробетоном, имеющиеся проседания.

5. Выполнить капитальный ремонт кровли здания. При этом необходимо заменить разрушенные парапетные плиты и убрать имеющийся водоизоляционный ковёр. Кровлю выполнить по новой технологии с применением водоизоляционных мембран.

6. Выполнить усиление плиты покрытия путём подведения под неё металлических усиливающих элементов по специальному техническому решению.

7. Восстановить разрушение шва между стеновыми панелями путём нагнетания в них монтажной пены и оштукатуриванием снаружи раствором на жидком натриевом стекле составом 1:5 (жидкое натриевое стекло — 1 часть; вода — 5 частей).

8. Восстановить разрушенный участок кровли.

9. Все изношенные окна с деревянными импостами заменить на окна из ПВХ.

10. Металлические конструктивные элементы очистить от ржавчины, нейтрализовать ржавчину специальным составом и покрыть лакокрасочным материалом (грунтовка ГФ-021 по ГОСТ 25129–82\* и эмаль по ПФ-115 по ГОСТ 6465–76\*)

11. Обложить стойку из двух маленьких труб под перемычкой каменной кладкой и их закрепить гипсокартоном.

#### Литература:

1. ГОСТ Р 53778–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М., Стандартинформ. 2010–61 с.
2. Руководство по проектированию оснований зданий и сооружений. М., Стройиздат. 1978. — 376 с.
3. СНиП 23–02–2003. Тепловая защита зданий. М., 2004–42 с.
4. СП 13–102–2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
5. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22–81\*. М., 2012–103 с.
6. СП 52–101–2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М., 2004–54 с.
7. СП 53–102–2004. Общие правила проектирования стальных конструкций. М., 2005–132 с.
8. СП 64.1330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25–80. М., 2011–108 с.
9. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений. Федеральный закон № 384 — ФЗ от 30.12.2009.

## Результаты экспертизы промышленной безопасности здания котельной в г. Кузнецке Пензенской области

Акулин Олег Иванович, генеральный директор;  
Тюгаев Александр Викторович, эксперт;  
Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона

№ 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась оценка соответствия здания требованиям промышленной безопасности по данным обследования технического состояния и эксплуа-



тационной документации [12]. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания.

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказником были предоставлены документы, перечень которых представлен в табл. 1.

Имеющаяся на предприятии техническая документация по количеству и качеству достаточна для безопасного ведения работ. Изученная документация имеет

шифр, номера или другую индикацию, необходимую для идентификации. Состояние проектной, исполнительной, эксплуатационной документации частично соответствует требованиям нормативных документов. Отсутствие некоторых документов не препятствует проведению экспертизы в полном объеме. Недостающие данные, необходимые для проведения обследования, были получены в процессе проведения экспертизы.

Таблица 1. Перечень документов, предоставленных для проведения экспертизы

№	Наименование документа	Отметка о состоянии
	Проектная, строительная документация и акт приемки здания в эксплуатацию	отсутствует
	Сертификаты, удостоверяющие качество конструкций и материалов	отсутствуют
	Акты расследования аварий и нарушений технологических процессов, влияющих на условия эксплуатации зданий	Аварии и инциденты не происходили
	Заключения экспертизы промышленной безопасности ранее проводимых экспертиз в части выполнения указаний, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации здания	Ранее не проводилась
	Установленные нормативные сроки эксплуатации и периодичность проведения экспертизы их технического состояния здания	Имеется приказ на 1 листе
	Документы о текущих и капитальных ремонтах, реконструкциях строительных конструкций здания и другая эксплуатационная документация	Техническое заключение № 2009/2706–2–3 от 28.12.2009 г. на 79 листах
	Договор страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта	Имеется
	Протоколы аттестации обслуживающего персонала (квалификационные удостоверения)	Имеются
	Инструкции по охране труда	ИОТ 05–2014 от 06.06.2014 на 9 листах ИОТ 030–2014 от 12.06.2014 на 8 листах
	Должностные инструкции обслуживающего персонала	ДИ 3–002–2014 от 06.06.2014 на 9 листах
	Журналы	Журнал дефектов и неполадок с оборудованием на 54 листах
	План эвакуации персонала при пожаре	Имеется
	Свидетельство регистрации опасного производственного объекта	А50–06230–0001 дата регистрации 26.06.2014 г.
	График ППР на 2015 г.	Имеется
	Оперативный журнал;	Имеется
	Ремонтный журнал;	Имеется
	Производственные инструкция;	Имеется

Здание 1936 года постройки. Основу несущих и ограждающих конструкций составляют каменные колонны и стены, железобетонные и металлические балки. По несущим балкам уложены железобетонные плиты покрытия и перекрытия. За условную отметку  $\pm 0,000$  принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,15 м ниже отметки пола.

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказником были предоставлены передовые научно исследовательские наработки [10,11,13–21] которые легли в основу рекомендаций по устранению выявленных дефектов

В результате обследования были выявлены дефекты, приведенные в таблице 2.

На основании обследования сделаны следующие выводы

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 фундаментов, отмостки и цоколя является ограничено-работоспособным;

Таблица 2. Ведомость дефектов и мероприятия по их устранению

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Мероприятия по повышению уровня промышленной безопасности здания
1	Фундамент, отмостка и цоколь	Сорные травы в районе отмостки	Удалить сорные травы в районе отмостки
		Разрушение отмостки	Восстановить целостность отмостки, заделать трещины безусадочным раствором
		Разрушение цоколя	Восстановить целостность цоколя
Несущие и ограждающие каменные конструкций	2.1. Следы намочения кирпичной кладки	Восстановить целостность кровельного покрытия	
	Выпадение отдельных кирпичей	Выполнить ремонт ограждающих конструкций, усилить или заменить ослабленные фрагменты кладки и стеновых швов	
	Замораживание и выветривание швов кирпичной кладки		
	Трещины высотой более восьми рядов кладки	Зачистить места кладки с трещинами от штукатурки. Поперек трещины в нескольких местах установить маяки из гипсового раствора шириной 50...100, толщиной 6... 10 мм непосредственно на кирпичную кладку и вести наблюдение за ними до наступления весны 2015 г, при сохранности маяков выполнить ремонт ограждающих конструкций, инъектировать трещины, усилить или заменить ослабленные фрагменты кладки и стеновых швов. При нарушении целостности маяков разработать проект усиления кирпичных стен.	
Железобетонные несущие конструкции	Следы замачивания железобетонных балок	Восстановить целостность кровельного покрытия	
железобетонные плиты покрытия	4.1 Следы замачивания плит покрытия	Восстановить целостность кровельного покрытия	
Металлические несущие конструкции	5.1. Следы замачивания металлических балок	Восстановить целостность кровельного покрытия	
	5.2. Следы коррозии на металлических балках	Выполнить очистку металлических балок от следов коррозии, затем окрасить балки	
Ограждающие конструкции (окна, двери, козырьки)	5.1. Рассыхание оконных блоков	Заменить дефектные оконные блоки	
	5.2. Битые стекла в оконных блоках	Заменить битые стекла в оконных блоках.	
Кровля	6.1. Нарушение целостности кровельного ковра	Восстановить целостность кровельного покрытия	
	6.2. Разрушение парапетных плит	Демонтировать парапетные плиты и выполнить защиту парапетов при помощи оцинкованного листа	
Полы	7.1. Нарушение целостности полов из керамической плитки	Выполнить ремонт полов в административной части здания	

– Состояние несущих и ограждающих каменных конструкций является ограничено-работоспособным;  
– Состояние несущих железобетонных конструкций является ограничено-работоспособным;  
– Состояние железобетонных плит покрытия является работоспособным;

– Состояние несущих металлических конструкций является ограничено-работоспособным;  
– Состояние ограждающих конструкций (окна, двери, козырьки) является ограничено-работоспособным;  
– Состояние кровли является ограничено-работоспособным;

– Состояние пола является ограничено-работоспособным;

4. В результате обследования установлено соответствие здания п.10, п.17, п.19, п.22, п. 23, п.408 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности ОПО, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», утв. Приказом Ростехнадзора от 25.03.2015г № 116.

5. 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.

На основании полученных выводов было дано заключение экспертизы промышленной безопасности

1. Здание соответствует требованиям промышленной безопасности;

2. Здание в настоящий момент находится в ограниченно-работоспособном состоянии;

3. Дефекты необходимо устранить в сроки, указанные в «Мероприятиях по повышению уровня промышленной безопасности здания»;

4. Установленный срок дальнейшей безопасной эксплуатации здания 5 лет (до 26.10.2020 г.), при условии мониторинга развития выявленных дефектов и проведению текущих ремонтов по их устранению.

#### Литература:

1. Арискин, М. В. 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.
2. 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
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Арискин, М. В. 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.
7. Арискин, М. 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
8. Арискин, М. В. 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.
9. Арискин, М. В. Проблемы моделирования деревянных конструкций /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Арискин, М. В. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий /Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Арискин, М. В. Комбинированные перекрытия в современном строительстве /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М.В. Использование стеклофибробетона в строительстве / Арискин М.В., Кислякова Е.С. // Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М.В. Совершенствование клеюметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб // диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Арискин, М.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.
21. 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 здания площадки воздухоборника на станции Асеевская Кузнецкой дистанции пути

Акулин Олег Иванович, генеральный директор;  
Тюгаев Александр Викторович, эксперт;  
Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась оценка соответствия здания требованиям промышленной безопасности по данным обследования технического состояния и эксплуатационной документации [12]. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания.

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказником были предоставлены передовые научно исследовательские наработки [10,11,13–21] которые легли в основу рекомендаций по устранению выявленных дефектов

Здание построено в конце 80–х годов прошлого столетия (рис.1). За условную отметку  $\pm 0,000$  принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,15 м ниже отметки пола. Здание промышленное, нежилое, одноэтажное, без подвала. Размеры здания в осях: ширина здания — 11,5 м, длина — 5,7 м, площадь здания — 65,55 м<sup>2</sup>, высота — 4,1 м, строительный объем — 268,8 м<sup>3</sup>.

Вокруг здания имеется бетонная отмостка на щебеночном основании. Здание компрессорной станции имеет ленточный бутобетонный фундамент, кирпичные стены, покрытие из железобетонных панелей, односкатные стропильные балки. Кровля металлическая из профилированного листа, наружным неорганизованным водостоком. Полы выполнены из бетонной плитки. Окна — двухслойный пакет в пластиковой раме, двери — металлические. Внутренняя отделка — покраска масляными красками, штукатурка, побелка.

Фундаменты здания монолитные ленточные с уширением под кирпичные колонны. Под наружные стены используются железобетонные фундаментные блоки. Глубина заложения фундаментов не менее глубины промерзания. Отмостка здания выполнена из бетона.

В здании в качестве несущего каркаса применяются каменные стены толщиной 380 (мм) выполненные из силикатного кирпича марки не менее М100

В здании в качестве перекрытий используются железобетонные плиты. Обследование дефектов не выявило.

Обследование выявило наличие следующих дефектов:

1. Трещины в отмостке (Категория В);
2. Разрушение штукатурного слоя и отслоение лакокрасочного покрытия (Категория В)

Выявленные дефекты показаны на рис. 2–3.

На основании дано заключение экспертизы промышленной безопасности

1. Объект экспертизы — здание компрессорной ст. Асеевская, соответствует требованиям промышленной безопасности.

2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 26,0%;

3. Установленный срок дальнейшей безопасной эксплуатации здания до апреля 2020 г.

4. Для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации здания рекомендуется:

- восстановить технический паспорт;
- заделать трещины в отмостке;
- выполнить защитное покрытие цокольной части здания;
- восстановить лакокрасочное защитное покрытие;
- восстановить документацию в соответствии с п.12 ПОТ Р О-14000–004–98 «Техническая эксплуатация промышленных зданий и сооружений».



Рис. 1. Общий вид здания



Рис. 2. Трещины в отмостке (Категория В)



Рис. 3. Разрушение штукатурного слоя и отслоение лакокрасочного покрытия (Категория В)

## Литература:

1. Арискин, М. В. 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.
2. 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
3. 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.
4. 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.
5. Арискин, М. В. Результаты технической экспертизы о причинах разрушения узла крепления проушины гидроцилиндра подъёма второго колена стрелы, произошедшего в г. Нижний Ломов Пензенской области [Текст] / М. В. Арискин [и др.] // Молодой ученый. — 2015. — № 17. — с. 101–104.
6. Арискин, М. В. 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.
7. Арискин, М. 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
8. Арискин, М. В. 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.
9. Арискин, М. В. Проблемы моделирования деревянных конструкций /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Арискин, М. В. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий /Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Арискин, М. В. Комбинированные перекрытия в современном строительстве /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М. В. Использование стеклофибробетона в строительстве / Арискин М. В., Кислякова Е. С.//Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеюметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Арискин, М. 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.
21. 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 здания площадки воздухохранилищ на станции Елюзань Кузнецкой дистанции пути

Акулин Олег Иванович, генеральный директор;  
Тюгаев Александр Викторович, эксперт;  
Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116—ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась оценка соответствия здания предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания. [12].

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказником были предоставлены передовые научно исследовательские наработки [10,11,13–21] которые легли в основу рекомендаций по устранению выявленных дефектов

Здание построено в конце 80–х годов прошлого столетия (рис.1). За условную отметку  $\pm 0,000$  принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,15 м ниже отметки пола. Здание промышленное, нежилое, одноэтажное, без подвала. Размеры здания в осях: ширина здания — 7,8 м, длина — 5,5 м, площадь здания — 42,9 м<sup>2</sup>, высота — 4,0 м, строительный объем — 171,6 м<sup>3</sup>.

Вокруг здания имеется бетонная отмостка на щебеночном основании. Здание компрессорной станции имеет ленточный бутобетонный фундамент, кирпичные стены, покрытие из железобетонных панелей, односкатные стропильные балки. Кровля металлическая из профилированного листа, наружным неорганизованным водостоком. Полы выполнены из бетонной плитки. Окна — двухслойный пакет в пластиковой раме, двери — металлические. Внутренняя отделка — покраска масляными красками, штукатурка, побелка.

Анализ технической документации, натурное обследование здания, а так же оценка состояния основных конструктивных элементов здания проводилась согласно: Рекомендациям по оценке надежности строительных конструкций по внешним признакам.— М.: ЦНИИ-Промзданий, 1989, СП 13—102—2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». — М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003, ВСН 53—86 (р) «Правилами оценки физического износа зданий и сооружений». — М.: Госгражданстрой, 1988, РТМ 1652—9—89 «Руководство по инженерно-техническому обследованию, оценке качества и надежности строительных конструкций зданий и сооружений». — М.: Про-



Рис. 1. Общий вид здания

ектНИИ Спецхиммаш, 1989, РД 03–606–03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю — Госгортехнадзор России 2003, ГОСТ Р 53778–2010 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» — Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии 01.01.2011 г.

Имеющаяся на предприятии техническая документация по количеству и качеству достаточна для безопасного ведения работ. Изученная документация имеет

шифр, номера или другую индикацию, необходимую для идентификации. Состояние проектной, исполнительной, эксплуатационной документации частично соответствует требованиям нормативных документов. Отсутствие некоторых документов не препятствует проведению экспертизы в полном объеме. Недостающие данные, необходимые для проведения обследования, были получены в процессе проведения экспертизы. На основании обследования были выявлены дефекты, сведенные в табл. 1.

Таблица 1. Ведомость выявленных дефектов

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Категория дефекта, повреждения
	Фундамент, отмостка и цоколь	1.1. Сорные травы в районе отмостки	Категория В
		1.2. Трещины в отмостке	
	Несущие и ограждающие каменные конструкций	Дефектов не выявлено	-
	Железобетонные плиты покрытия	Дефектов не выявлено	
	Состояние кровли	Дефектов не выявлено	
	Окна, двери и отделка	Дефектов не выявлено	
	Состояние полов	Дефектов не выявлено	

#### Выводы заключения экспертизы

1. Объект экспертизы — здание компрессорной ст. Елюзань, соответствует требованиям промышленной безопасности.

2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 23,5%;

3. Установленный срок дальнейшей безопасной эксплуатации здания до апреля 2020 г.

4. Для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации здания рекомендуется:

— восстановить технический паспорт;

— заделать трещины и очистить отмостку;

— восстановить документацию в соответствии с п.12 ПОТ Р О-14000–004–98 «Техническая эксплуатация промышленных зданий и сооружений».

#### Литература:

1. Арискин, М. В. 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.
2. 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
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Арискин, М. В. 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.
7. Арискин, М. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса / Арискин М. В., Кошкарская Е. В. // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Арискин, М. В. 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.



9. Арискин, М. В. Проблемы моделирования деревянных конструкций /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Арискин, М. В. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий /Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Арискин, М. В. Комбинированные перекрытия в современном строительстве /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
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. Арискин, М. 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. Арискин, М. В. Моделирование многорядных соединений на центральных клеенных кольцевых шпонках /Арискин М. В., Куценко Е. В.// Новый университет. Серия: Технические науки. 2013. № 10 (20). с. 16–22.
17. Арискин, М. 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. Арискин, М. В. Использование стеклофибробетона в строительстве / Арискин М. В., Кислякова Е. С.// Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Арискин, М. 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.
21. 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 здания площадки воздухосборников на станции Канаевка Кузнецкой дистанции пути

Акулин Олег Иванович, генеральный директор;  
Тюгаев Александр Викторович, эксперт;  
Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
ООО «Параметр» (г. Пенза)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась Оценка соответствия здания предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания. [12].

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказником были предоставлены передовые научно исследовательские наработки [10,11,13–21] ко-

торые легли в основу рекомендаций по устранению выявленных дефектов

Здание построено в конце 80–х годов прошлого столетия (рис.1). За условную отметку  $\pm 0,000$  принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,15 м ниже отметки пола. Здание промышленное, нежилое, одноэтажное, без подвала. Размеры здания в осях: ширина здания — 11,3 м, длина — 5,7 м, площадь здания — 64,4 м<sup>2</sup>, высота — 3,8 м, строительный объем — 244,7 м<sup>3</sup>.

Действие заключения экспертизы распространяется на здание компрессорной станции Канаевка — далее по тексту здание. Наименование опасного производственного объекта: «Площадка воздухосборников на станции Канаевка Кузнецкой дистанции пути», рег. № А01–

07011–1812, дата регистрации 26.02.2006 г. Действие экспертизы не распространяется на технологическое оборудование, установленное в здании.

На основании обследования были выявлены дефекты сведенные в табл. 1. Основные дефекты показаны на рис 2–5



Рис. 1. Общий вид здания



Рис. 2. Трещины в отмостке (Категория В)



Рис. 3. Разрушение штукатурного слоя и отслоение лакокрасочного покрытия (Категория В)

Таблица 1. Ведомость выявленных дефектов

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Категория дефекта, повреждения
	Фундамент, отмостка и цоколь	Трещины в отмостке	Категория В
	Несущие и ограждающие каменные конструкции	Дефектов не выявлено	
	Железобетонные плиты покрытия	Дефектов не выявлено	
	Окна, двери и отделка	Разрушение штукатурного слоя и отслоение лакокрасочного покрытия	Категория В
	Состояние кровли	Дефектов не выявлено	
	Состояние полов	Дефектов не выявлено	

**Выводы заключения экспертизы**

1. Объект экспертизы — здание компрессорной ст. Канаевка, соответствует требованиям промышленной безопасности.
2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 24,5%;
3. Установленный срок дальнейшей безопасной эксплуатации здания до апреля 2020 г.

4. Для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации здания рекомендуется:
  - восстановить технический паспорт;
  - заделать трещины в отмостке;
  - выполнить защитное покрытие цокольной части здания, восстановить лакокрасочное защитное покрытие.
  - восстановить документацию в соответствии с п.12 ПОТ Р О-14000—004—98 «Техническая эксплуатация промышленных зданий и сооружений».

Литература:

1. Арискин, М. В. 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.
2. 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
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Арискин, М. В. 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.
7. Арискин, М. 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
8. Арискин, М. В. 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.
9. Арискин, М. В. Проблемы моделирования деревянных конструкций /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Арискин, М. В. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий /Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Арискин, М. В. Комбинированные перекрытия в современном строительстве /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М. В. Использование стеклофибробетона в строительстве / Арискин М. В., Кислякова Е. С.//Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Арискин, М. 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.
21. 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 здания площадки воздухосборников на станции Сюзюм Кузнецкой дистанции пути

Акулин Олег Иванович, генеральный директор;  
Тюгаев Александр Викторович, эксперт;  
Уланов Станислав Геннадьевич, эксперт  
000 «Параметр» (г. Пенза)

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности [1..9]. Основанием проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования Федерального закона № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [12].

Целью экспертизы являлась Оценка соответствия здания предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания. [12].

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказником были предоставлены передовые научно исследовательские наработки [10,11,13–21] которые легли в основу рекомендаций по устранению выявленных дефектов

Здание построено в конце 80–х годов прошлого столетия (рис.1). За условную отметку  $\pm 0,000$  принят уровень пола здания. Уровень земли находится на 0,15 м ниже отметки пола. Здание промышленное, нежилое, одноэтажное, без подвала. Размеры здания в осях: ширина здания — 5,5 м, длина — 6,6 м, площадь здания — 36,3м<sup>2</sup>, высота — 3,5 м, строительный объем — 127 м<sup>3</sup>.

Действие заключения экспертизы распространяется на здание компрессорной станции Сюзюм — далее по тексту здание. Наименование опасного производственного объ-

екта: «Площадка воздухосборников на станции Сюзюм Кузнецкой дистанции пути», рег. № А01–07011–1815, дата регистрации 26.02.2006 г. Действие экспертизы не распространяется на технологическое оборудование, установленное в здании.

На основании обследования были выявлены дефекты, сведенные в табл. 1. Основные дефекты показаны на рис 2–5

### Выводы заключения экспертизы

1. Объект экспертизы — здание компрессорной ст. Сюзюм, соответствует требованиям промышленной безопасности.

2. Здание имеет совокупный физический износ строительных конструкций 32,5%;

3. Установленный срок дальнейшей безопасной эксплуатации здания до апреля 2020 г.

4. Для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации здания рекомендуется:

- восстановить технический паспорт;
- провести ремонт полов в ходовых местах;
- восстановить отмостку;
- выполнить защитное покрытие цокольной части здания;
- провести ремонт дверей и дверных косяков, восстановить плотность притворов ворот и дверей;



Рис. 1. Общий вид здания



Рис. 2. Следы намочания кирпичной кладки (Категория В);



Рис. 3. Мелкие трещины, сколы кирпичей, выветривание швов (Категория В);



Рис. 4. Разрушение отводки (Категория Б)



Рис. 5. Сорные травы в районе отводки (Категория В)

Таблица 1. Ведомость выявленных дефектов

№	Наименование узла, элемента	Описание дефекта	Категория дефекта, повреждения
	Фундамент, отводка и цоколь	1.1. Разрушение отводки	Категория Б
		1.2. Сорные травы в районе отводки	
	Несущие и ограждающие каменные конструкции	Мелкие трещины, сколы кирпичей, выветривание швов Замачивание кирпичной кладки	Категория В
	Железобетонные плиты покрытия	Выпадение раствора из швов между плитами	
	Окна, двери и отделка	4.1. Неплотности притворов, щели, трещины косяков 4.2. Отслоение лакокрасочного покрытия	
	Состояние кровли	Дефектов не выявлено	-
	Состояние полов	Нарушена целостность пола в ходовых местах	Категория В

– оштукатурить поверхности стен и перегородок, инъектировать трещины специальными ремонтными составами, на внутренних перегородках восстановить лакокрасочное защитное покрытие.

– восстановить документацию в соответствии с п.12 ПОТ Р О-14000–004–98 «Техническая эксплуатация промышленных зданий и сооружений».

Литература:

1. Арискин, М. В. 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.
2. 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
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Арискин, М. В. 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.
7. Арискин, М. В. Рассмотрение построения расчётной схемы физкультурно-оздоровительного комплекса /Арискин М. В., Кошкарская Е. В.// Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5–1 (37). с. 68
8. Арискин, М. В. 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.
9. Арискин, М. В. Проблемы моделирования деревянных конструкций /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 11–1 (38). с. 82–87.
10. Арискин, М. В. Экспериментальное исследования проблем проектирования сейсмостойких зданий /Арискин М. В., Немова Е. Ю. // Вестник магистратуры. 2015. № 6–1 (45). с. 65–66.
11. Арискин, М. В. Комбинированные перекрытия в современном строительстве /Арискин М. В., Загарина М. С.// Вестник магистратуры. 2014. № 12–1 (39). с. 90–91.
12. Федеральный закон № 116–ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Госдума РФ 21.07.1997 г.
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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М. 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. Арискин, М. В. Использование стеклофибробетона в строительстве / Арискин М. В., Кислякова Е. С.//Молодой ученый. 2014. № 8. с. 128–132.
19. Арискин, М. В. Совершенствование клеиметаллических соединений деревянных конструкций с применением стальных шайб// диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук/Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза 2011
20. Арискин, М. 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.
21. 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.

## Трещины на асфальтобетонных покрытиях: причины образования и отрицательные последствия

Амиров Турсоат Жуммаевич, старший преподаватель  
Ташкентский автомобильно-дорожный институт (Узбекистан)

Зафаров Олмос Зафарович, ассистент;  
Юсупов Жахонгир Маратович, ассистент  
Джизакский политехнический институт (Узбекистан)

В настоящее время 52,3% (22232 км) автомобильных дорог общего пользования Республики Узбекистан имеют асфальтобетонные покрытия. Для строительства и ремонта автомобильных дорог ежегодно вырабатывается 1500 тыс. тонн асфальтобетонной смеси [1]. Технология производства асфальтобетонной смеси проста, имеются возможности полной механизации строительства и ремонта. Следует отметить, что этот материал можно использовать повторно.

Асфальтобетонные покрытия очень удобны для движения транспортных средств. Несмотря на хорошие технологические и эксплуатационные свойства, такое покрытие чувствительно к изменениям температуры и влажности, вязущийся материал, имеющийся в составе покрытия со временем устаревает, изменяется прочностные и деформационные свойства.

Работа автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием связана с физико-механическими свойствами его материалов и природными условиями местности. Эти факторы вместе, в процессе эксплуатации изменяют свойства покрытия. Изучение влияния каждого фактора в отдельности, не правильно, так как на работу покрытия эти факторы влияют одновременно.

Асфальтобетонные покрытия всегда находятся в напряженном состоянии, они не возвратятся в первоначальное состояние, т.е. не будет полной релаксации. Из-за того, что в покрытии существуют остаточные напряжения, оно постепенно будет разрушаться. Когда сумма таких напряжений превысит предел прочности покрытия, образуются трещины.

Многие исследователи пришли к мнению, что наиболее распространенный вид разрушения асфальтобетонных покрытий, это — трещины. Они непосредственно не влияют на безопасность движения транспорта, но увеличивают расходы на содержание и вызывают другие виды разрушений: выкрашивание, выбоины. Исследования показали, что 70–90% выбоин начинаются именно с трещин.

Трещины бывают различной формы и размеров, наиболее часто встречаются одиночные, поперечные, продольные, наклонные трещины и сетки трещин.

Сквозь трещин на битум и минеральные компоненты влияют солнечная радиация и атмосферный кислород, вызывая их старение. Кроме того, через трещины поступают в полотно пыль, реагенты против скольжения и обледенения, смазочные материалы и топливо от транспортных

средств, тем самым вызывают усиленное старение. Поперечные трещины на всю ширину дороги появляются из-за резкого перепада температуры и невыносимости материалов.

Продольные и косые трещины образуются от непрочности дорожной конструкции из-за недостаточного уплотнения или осадки дорожного полотна. Мелкие сетки трещин образуются вследствие высокой влажности грунта и недостаточной прочности основания.

Наблюдения показывают, что с течением времени шаг поперечных трещин уменьшается [2]. После 4–5 летней эксплуатации образуется сетка трещин и далее, эта сетка будет распространяться (рис.1).

Из рисунка видно, что после эксплуатации 5–6 лет, шаг поперечных трещин сокращается до 12–14 м. Это предельное состояние асфальтобетонного покрытия до второго вида разрушений. После 13–15 лет эксплуатации шаг трещин сокращается до 4–5 м, что резко ухудшает состояние покрытия. Кроме того, после 10–11 лет эксплуатации площадь сеток трещин резко увеличивается, а в 15 лет, всё покрытие будет в трещинах.

Широкая трещина нарушает водно-тепловой режим земляного полотна, так как через трещины вода проникает внутрь и ослабляет грунт, в результате снижается грузоподъёмность.

Сокращения шага трещин и увеличение площади сеток трещин приведет к разрушению всей конструкции дорожной одежды. На основании изучения этого процесса была установлена закономерность прочности дорожной конструкции от влажности основания дороги (рис.2). Такие исследования проводились на различных грунтах и конструкциях дорог.

Из рис.2 видно, что на модуль упругости дорожной одежды сильное влияние оказывает влажность земляного полотна. В результате чего изменяются деформационные и прочностные характеристики земляного полотна. Изучение таких процессов в различных климатических зонах, геологических и гидрогеологических условиях, способствует повышению надежности расчётных параметров и вносить большую точность в расчёты дорожной одежды.

В заключение можно отметить, что в результате образования трещин на покрытиях, изменяется общий модуль упругости и степень деформированности дорожной одежды. Эти изменения необходимо учитывать в моделях по прогнозированию накоплений повреждений на покрытиях.



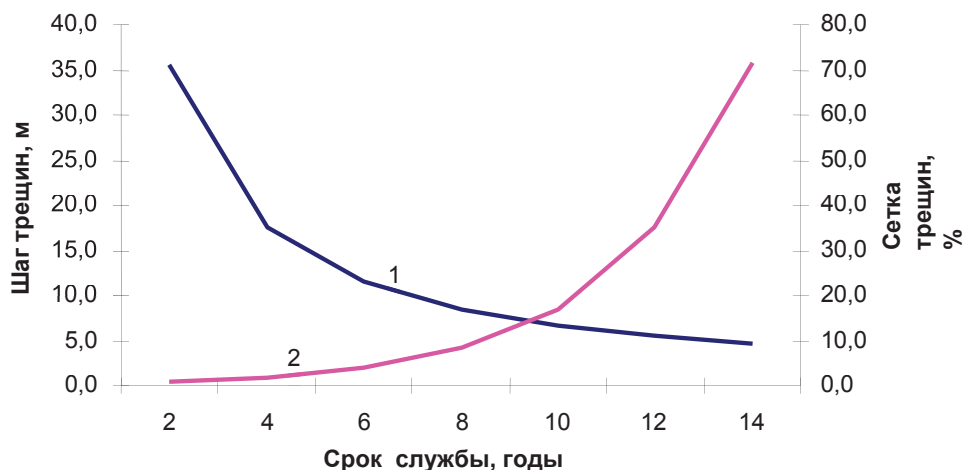


Рис. 1. Зависимость срока службы асфальтобетонных покрытий от шага трещин и площади сетки трещин: 1 — шаг трещин, м; 2 — площадь сетки трещин, %

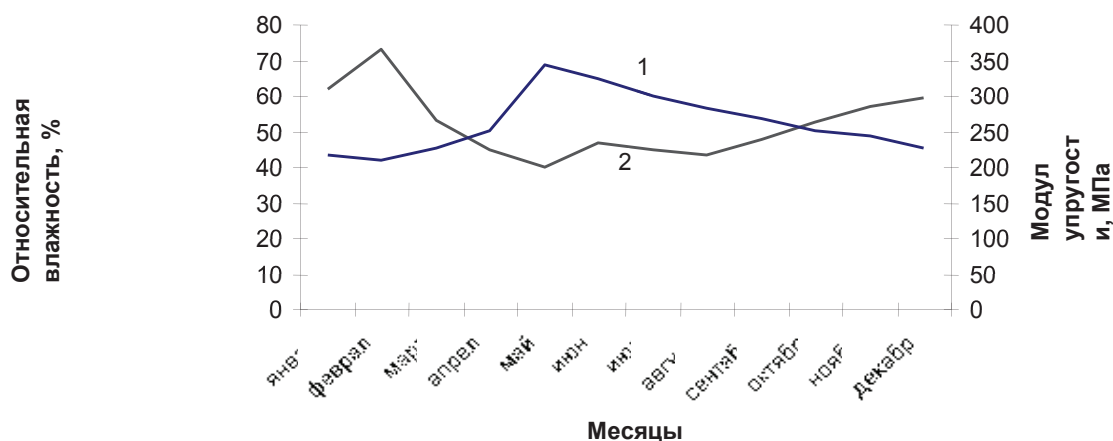


Рис. 2. Зависимость модуля упругости дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием от относительной влажности грунта земляного полотна (по месяцам): 1 — общий модуль упругости ( $E_{общ}$ ), МПа; 2 — относительная влажность ( $W$ ), %

Литература:

- Шахидов, А. Ф., Амиров Т. Ж. “Накопление повреждений дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием”. Вестник ТАДИ. Ташкент — 2011. № 1. с. 57–63.
- Амиров Т. Ж, Қўчқоров Б. Н, Жамолов Х. Т. “Асфальтбетон қоплама ҳароратининг бузилишларнинг тўпланиш жараёнига таъсири”. Материалы Республиканской научно-технической конференции «Ресурсосбегающие технологии в строительстве». ТашиИТ. Ташкент-2010. с. 88–92.

### Обнаружение и ведение движущихся объектов на примере спортивного мероприятия

Боровик Ирина Геннадьевна, PhD, старший преподаватель;  
 Шорох Данила Кириллович, магистрант  
 Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Тема статистики, а точнее, сбора статистических данных, становится наиболее субъективной и оцутимой, если объектом в сборе данных являются действия человека. Такого рода информация может быть особенно

полезна в медицине, психологии, спорте и других сферах жизни человека. В данной статье будет рассмотрен сбор статистических данных о спортивных мероприятиях.

Часть данных о движениях человека, принимающего участие в спортивных мероприятиях, может быть зафиксирована с помощью специальных датчиков, которые спортсмен носит на себе. Таким образом, могут быть измерены пульс человека, температура его тела, метраж преодоленной дистанции в ходьбе или беге. Однако в наши дни такого количества показателей в сфере спорта бывает недостаточно. Для решения этой проблемы разрабатываются специальные системы, использующие видеокамеры для обнаружения и ведения объекта на спортивном мероприятии. Полученная

информация используется для отчетности в журналистике, в сфере тотализаторов, для анализа действий, как отдельного спортсмена, так и команды спортсменов, с целью выявления и фиксации допущенных ошибок. К примеру, на чемпионате мира по футболу в 2006 году в четвертьфинальном матче между Германией и Аргентиной вратарь сборной Германии Йенс Леманн в серии послематчевых пенальти принес своей команде победу. Он отразил три удара с одиннадцатиметровой отметки, используя записи по статистике ударов спортсменов из команды соперника. Эти данные ему предоставил его знакомый спортивный тренер и обозреватель Андреас Кепке, который собирал их в течение последних 5 лет (рисунок 1) [1, 2].



Рис. 1. Использование вратарем сборной Германии статистических данных

Аналитика, в данном случае анализ игры и ее результатов с помощью статистики, дополняет более традиционные методы оценки игр и проведения тренировок, такие как просмотр видеозаписей или развитие физических данных.

Начало этой революции было положено в бейсболе, как утверждает Майкл Льюис в своей книге «Moneyball». Бейсбол, с точки зрения статистики, игра довольно простая. Она основана на равномерной последовательности личных противостояний бьющего и питчера. В каждом розыгрыше имеются заданные начальная и конечная позиции, которые определяют состояние системы на конкретный статистический отсчет. Учитывая этот факт, а также обилие данных о каждом розыгрыше, доступных исследователям, можно произвести расчеты для каждой из данных ситуации в игре и оценить вероятность следующего события. Например: «если у команды есть раннер на первой базе с одним аутом, то вероятность заработать очко в данном иннинге составляет 28%» [3].

Но принципы «Moneyball» не действуют на футбольном поле. В отличие от статических действий со сменяющимися друг друга состояниями в бейсболе, футбол — это игра непрерывная. Игроки переходят от нападения к защите, занимают свободную позицию на поле или же реализуют опеку соперника. В бейсболе, если игрок за-

нимает позицию левого крайнего, вы примерно представляете, за какую область он будет отвечать в защите. В футболе же, если игрок занимает позицию форварда или полузащитника, в любой следующий момент времени он может оказаться в любом месте поля в соответствии с его субъективным анализом ситуации. В этой игре нет стабильных состояний, поэтому нельзя чисто статистически определить вероятность того или иного результата.

Решение любой задачи путем статистического анализа информации начинается с выбора типа данных входных параметров. У игроков есть сильные и слабые стороны, меняющиеся в зависимости от их расположения на поле. Вместо того чтобы сосредоточить внимание на числах, определяющих состояния как бейсболе, надо обратить внимание на расположение и перемещение объектов. В рамках данного аспекта, для анализа непрерывного случайного информационного потока с футбольного матча предлагается использование картографических данных о позициях игроков в соотношении с данными о позиции мяча.

Отследить постоянное перемещение 22 игроков не так-то просто. Но существует большое количество общедоступной информации о действиях игроков на футбольном поле, которую можно найти на фан-сайтах, в спортивных блогах и так далее. Среди этой информации

наиболее важными являются данные об ударах по воротам (кто нанес удар, откуда, попал ли игрок по воротам) и данные о траектории перемещения игроков по полю во время результативных действий.

Например, на сайте ESPN.com можно обнаружить координаты ударов по воротам со статистикой каждой игры.

Разделив футбольное поле площадью, в среднем, 5400 квадратных метра на области и отмечая местоположение и частоту каждого удара в футбольном матче, можно создать карту преимуществ и слабостей любого игрока при игре в нападении и защите. Ниже представ-

лены карты ударов самых результативных игроков в своих клубах — Уэйна Руни («Манчестер Юнайтед», Англия) и Криштиану Роналду («Реал Мадрид», Испания), созданные при помощи портала getheatmap.com на основе собранных вручную данных с сайта espn.com.

С помощью этих карт появляется возможность понять один из самых неприятных аспектов в спорте — оборону. Если отобразить только удары игроков в створ ворот и забитые голы, можно выделить наиболее «опасные» зоны, исходящие от этих игроков, для защищающихся команд (рисунки 2,3).



Рис. 2. Карты ударов Уэйна Руни в створ ворот ударов с 24.08.14 по 15.03.15 (левая часть — в створ ворот, правая часть — голы)

По картам видно, что наибольшая угроза от Уэйна Руни для ворот соперника исходит из зоны от радиуса штрафной площади до вратарской зоны. Одним из вероятных методов усиления защиты в этой зоне является

персональная опека Уэйна Руни несколькими защитниками при стандартных положениях либо постоянное внимание центральных защитников к нападающему во время позиционных атак.



Рис. 3. Карты ударов Криштиану Роналду в створ ворот с 19.08.14 по 15.03.15 (левая часть — в створ ворот, правая часть — голы)

В этом же случае заметно, что Криштиану «опасен» для защищающейся команды как и в зоне штрафной площади, так и за ее пределами. Ни для кого не секрет, что нападающий отличается своим умением играть головой. Поэтому при стандартах необходимо особое внимание нескольких высокорослых защитников. На подходе к штрафной площади для большей эффективности в защите необходимо использование передних персональных защитников, которые смогут помешать дальнейшему продвижению нападающего к его наиболее «опасной» для соперника зоне.

Таким образом, можно составить простую и удобную для понимания визуальную характеристику игры футболиста в атаке и защите.

В 2012 году компания-гигант «Stats», предоставляющая статистические сведения о профессиональных спортивных событиях в США командам, лигам и СМИ, начали изучать баскетбол, работая над новым методом сбора данных под названием SportVU.

SportVU строится на базе оптической технологии с компьютерным управлением, разработанной израильскими учеными для отслеживания ракет. В 2005 году израильтяне нашли ей применение в спорте, установив три камеры над футбольным полем, чтобы наблюдать за игрой и передавать данные на центральный компьютер. Благодаря эффекту параллакса и другим хитростям при компьютерной обработке изображений, система могла отслеживать все объекты на поле, от игроков и мяча до бригады арбитров, и определять их местоположение в трехмерном пространстве 25 раз в секунду. В 2008 году Stats приобрели SportVU с целью разработать устройство из шести камер для баскетбола.

Приспособление было не из дешевых: каждая команда НБА, желавшая получить эту информацию, должна была

заплатить около 100 000 долларов за установку камер и компьютеров на своей арене. К концу сезона 2012–2013 ее купили только 15 команд, и данные оказались неполными: записано было лишь около половины всех игр. Но у этих данных, казалось, был огромный потенциал.

Авторами данной статьи предлагается использование более экономичной системы, использующей уже существующие информационные ресурсы. Система, отслеживающая игроков футбольного матча и мяч, основывается на четырехступенчатом алгоритме:

1. Обнаружение футбольного поля;
2. Обнаружение игроков и мяча;
3. Распределение игроков по командам;
4. Вычисление месторасположения игроков (в метрах) на поле;

В дальнейшем используемое в процессе необходимых преобразований изображение будет именоваться в виде « $I$ » с поясняющим индексом [4, 5].

Пусть  $I_{RGB}(x, y, t)$  и  $I_{HSV}(x, y, t)$  отображают кадр с размерами  $M \times N$ , полученный с помощью камеры, установленной на стадионе, где  $M$  является шириной,  $N$  — высотой,  $t$  — момент, когда кадр был получен с камеры, RGB и HSV — цветовые модели. Первым шагом является определение футбольного поля, которое состоит из сегментации зеленых (травяных) участков для каждого кадра, используя  $I_{HSV}$ . Это полуавтоматический процесс, в котором выбранные участки поля используются для вычисления пороговых интервалов HSV. Для футбольного поля получаются следующие интервалы:  $H$  [10%, 23%],  $S$  [12%, 100%] и  $V$  [27%, 100%], которые возвращают бинарное изображение  $I_C$ , с  $I_C = 1$ , что соответствует зеленым пикселям (рисунок 4) [6, 7].

На следующем шаге необходимо убрать из рассмотрения участки вне зоны исследуемого поля, то есть

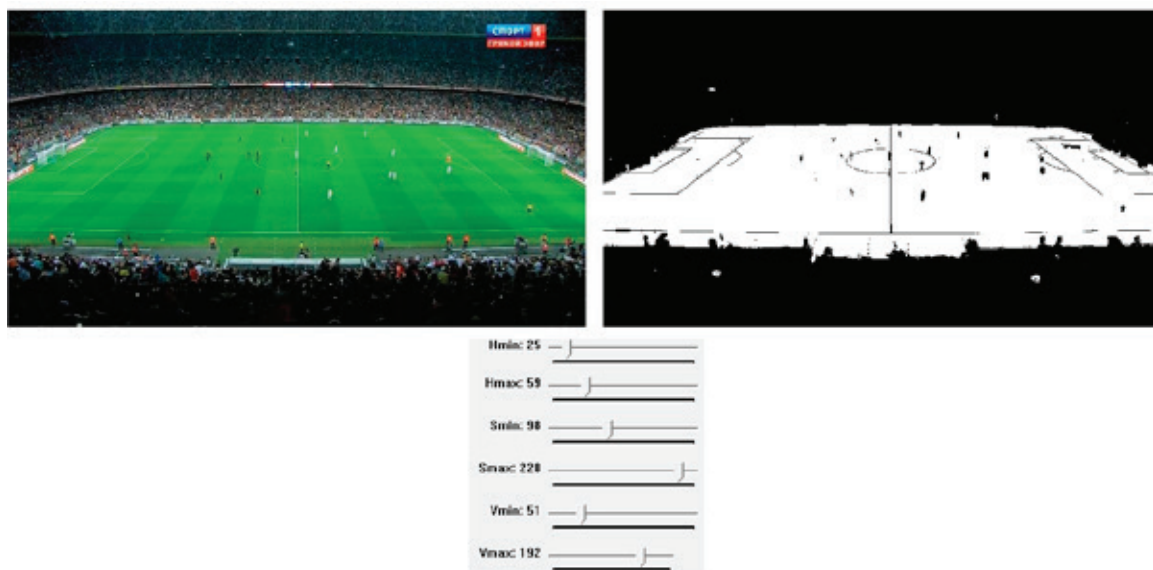


Рис. 4. Пример определения границ футбольного поля (слева — оригинальное цветное изображение, справа — преобразованное черно-белое изображение)

бровку, поля, трибуны и тому подобные неинформативные зоны. Это можно осуществить за несколько действий. Сначала в бинарном изображении  $I_c$  выбирается центральная точка изображения, как начальная (в большинстве кадров центральная область соответствует полю, исключением является перевод кадра в большом масштабе на игрока или на трибуну). Центральная точка должна быть зеленого цвета, и далее рекурсивно от этой точки, обходя близлежащие области размером в  $3 \times 3$  пикселя, все центральные пиксели со всеми соседними зелеными пикселями обозначаются как  $I'_c = 1$ , остальным присваивается  $I'_c = 0$ . Над изображением, но только в зонах, содержащих поле ( $I'_c = 1$ ), применяется оператор определения границ Кенни (Сатпу) ( $I_{ce}$ ) (рисунок 5) [8].

После этого для определения линий, ограничивающих поле ( $I_{Hl}$ ), применяется преобразование Хафа (рисунок 6) [9].

В конце концов, вычисляются наиболее горизонтальные линии (левая, правая, верхняя и нижняя), которые относятся к границам поля, и все, что находится вне этих границ (линий) очищается. Конечный результат содержит только сегментацию поля  $I_l$  (с некоторыми пятнами внутри).

Для обнаружения игроков используется изображение  $I_r$ . На этом изображении большая часть работы для обнаружения игроков уже сделана после ограничения области поля. Черные пятна в этой зоне скорее всего являются игроками. Тем не менее, могут возникать некоторые проблемы:

- эти пятна не являются игроками (то есть зоны с короткой травой, где проглядывается земля или резиновое покрытие);
- игроки, которых не видно из-за низкого разрешения картинки или одетые частично в зеленую форму;

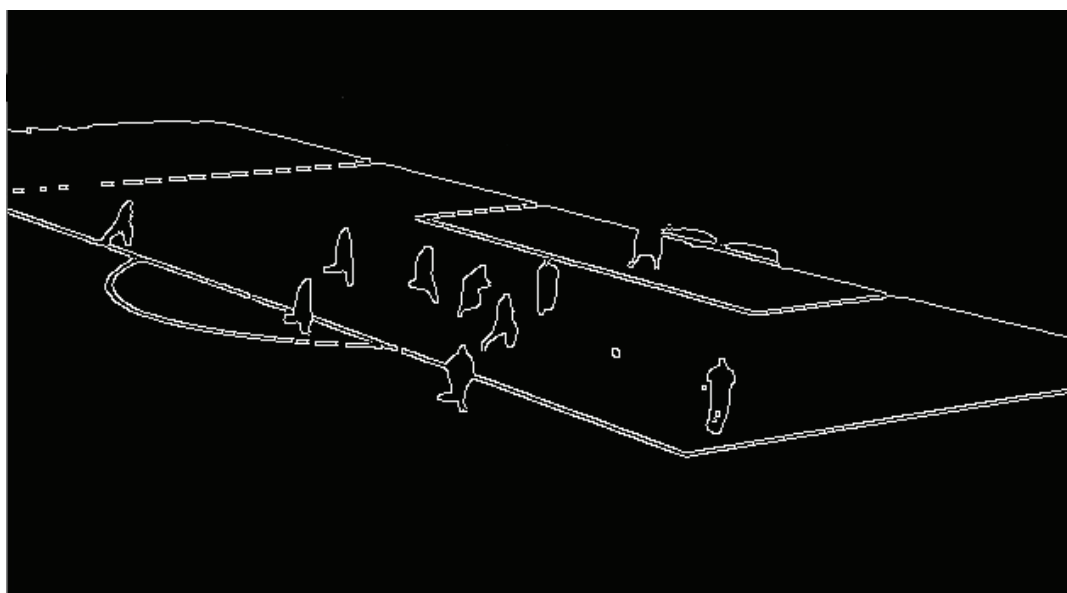


Рис. 5. Результат оператора определения границ Кенни

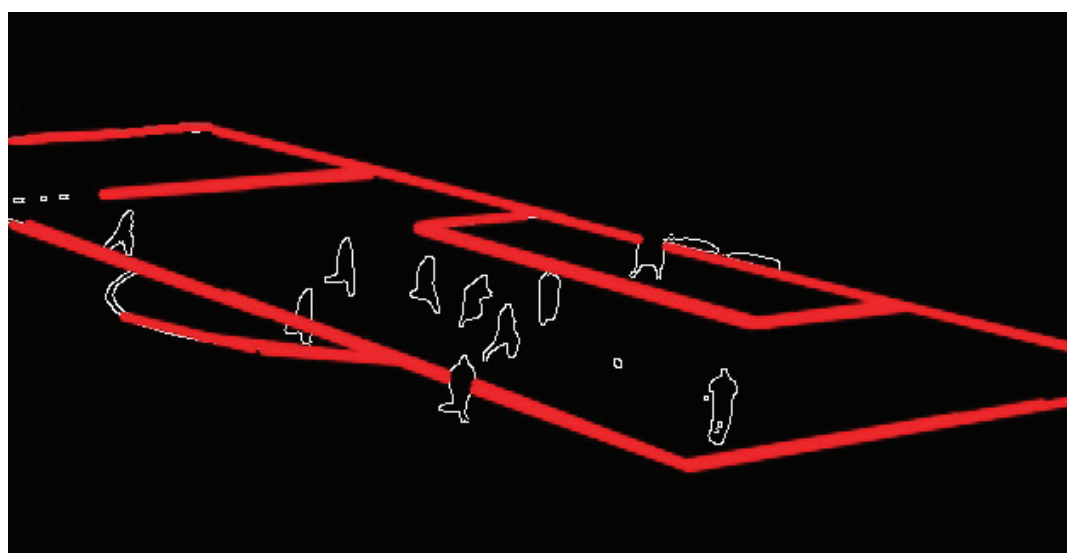


Рис. 6. Результат преобразования Хафа (толстыми линиями отмечены линии разметки поля)

– скопление большого количества игроков или скрытие одним игроком другого.

Для решения этих проблем и получения только контуров игроков можно использовать морфологические фильтры [10]. Сначала применяется фильтр дилатации (наращивания) ( $D$ ), сопровождающийся фильтром эрозии ( $E$ ), а затем  $9 \times 9$  фильтр замыкания ( $M$ ). Результатом является изображение

$$I_{mf}(x, y, t) = M \left( E \left( D \left( I_f(x, y, t) \right) \right) \right), \quad (1)$$

в котором игроки лучше выделяются, и удалены зоны с шумом. После этого, так как некоторые игроки до сих пор имеют несколько цветовых зон (обычно из-за экипировки, в которой они играют), применяется вертикальная маска с целью объединения этих зон.

Следующим шагом является подтверждение того, что каждое черное пятно, соответствующее возможному игроку (в  $I_{mf}$ ) находится внутри контура из  $I_{ce}$ . Наконец, идет проверка, что окончательная область каждого игрока (в  $I_{mf}$ ) не имела больше, чем 10% зеленых пикселей (с использованием  $I_H$  из  $I_{HSV}$ ). Окончательное изображение после такой проверки называется  $I_{inf}$ . Чтобы различать игроков и мяч, все пиксели белого цвета (в  $I_V$ ) должны быть обнаружены внутри  $I_{inf}$ . Эти пиксели могут отображать линии, принадлежащие полю, мячу, и команды, которые имеют преимущественно белую экипировку. После этого применяются пороговые значения  $V$  [75%, 100%] для изображения  $I_V$ , возвращающие бинарное изображение  $I_b$ , со всеми белыми областями внутри поля ( $I_b = 1$ ). Сочетая предыдущую информацию с размером и формой пятен, может быть определено пятно, соответствующее мячу. Первый шаг состоит в обнаружении пятна более или менее круглой или овальной формы, которое отличается от пятна с игроком, которое имеет (обычно) более вертикальную и прямоугольную форму. Таким образом, отбрасывается большинство игроков. На втором этапе необходимо удалить области, соответствующие разметке поля, исключая участки которые соответствуют линиям, обнаруженным преобразованием Хафа в  $I_{H1}$ .

Классификация игроков по командам основана на цвете экипировки. Если видео начинается с начала игры, две группы игроков справа и слева от центра поля могут быть определены автоматически. Если же видео не начинается с самого начала игры, необходимо классифицировать игроков полуавтоматически. Отдельно для каждой команды при помощи областей, определенных игроками в изображении  $I_{inf}$ , и изображения  $I_H$  вычисляется средний цветовой оттенок. Используя средние значения оттенка для двух команд, вычисляется граничный между ними порог для разделения команд. Классифицировать вратарей относительно легче, так как они относятся к крайним из «пятен» справа и слева на поле, и их цветовые оттенки отличаются от двух вычисляемых средних значений цветового оттенка для двух команд (важно помнить, что в большинстве случаев у вратарей отличная по цвету от полевых игроков экипировка). Основная проблема состоит в определении судей на поле. Если видео начинается с самого начала игры, судья обычно расположен близко к центральной линии поля. В этом случае «пятно», относящееся к судье, имеет отличный от игроков у центральной линии поля оттенок. В случае если видео начинается с произвольного момента матча, классификация судьи может вызвать определенные сложности, и необходимо использование вычисленных средних значений оттенков двух команд.

Все определенные оттенки запоминаются системой и могут быть изменены в случае изменения условий на видео (к примеру, освещения). При наличии интерфейса с отображением игроков на поле, необходимо соответствие номеров игроков на нем с реальными номерами игроков. Это может быть реализовано вручную.

Для того чтобы провести правильный анализ футбольного матча, важно как можно точнее знать правильное положение игроков на поле [11]. Для расчета позиции каждого игрока необходимо перспективное преобразование (гомография) каждого кадра из видео к виду на нормированном поле (рисунок 7). Для этого вычисляется ряд показателей на поле. Извлекаются линии поля из преобразования Хафа ( $I_{H1}$ ) и ограничители поля из  $I_{inf}$ .



Рис. 7. Результат перспективного преобразования области штрафной площади

Для определения позиции игрока выбирается средняя точка на нижней грани выделяющей рамки, что в большинстве случаев соответствует координатам ног игрока.

Поскольку поля имеют разные размеры (ширину и высоту), важно рассчитать размер пикселя (в нашем случае, в метрах). Для этого расчета в первых кадрах видео бе-

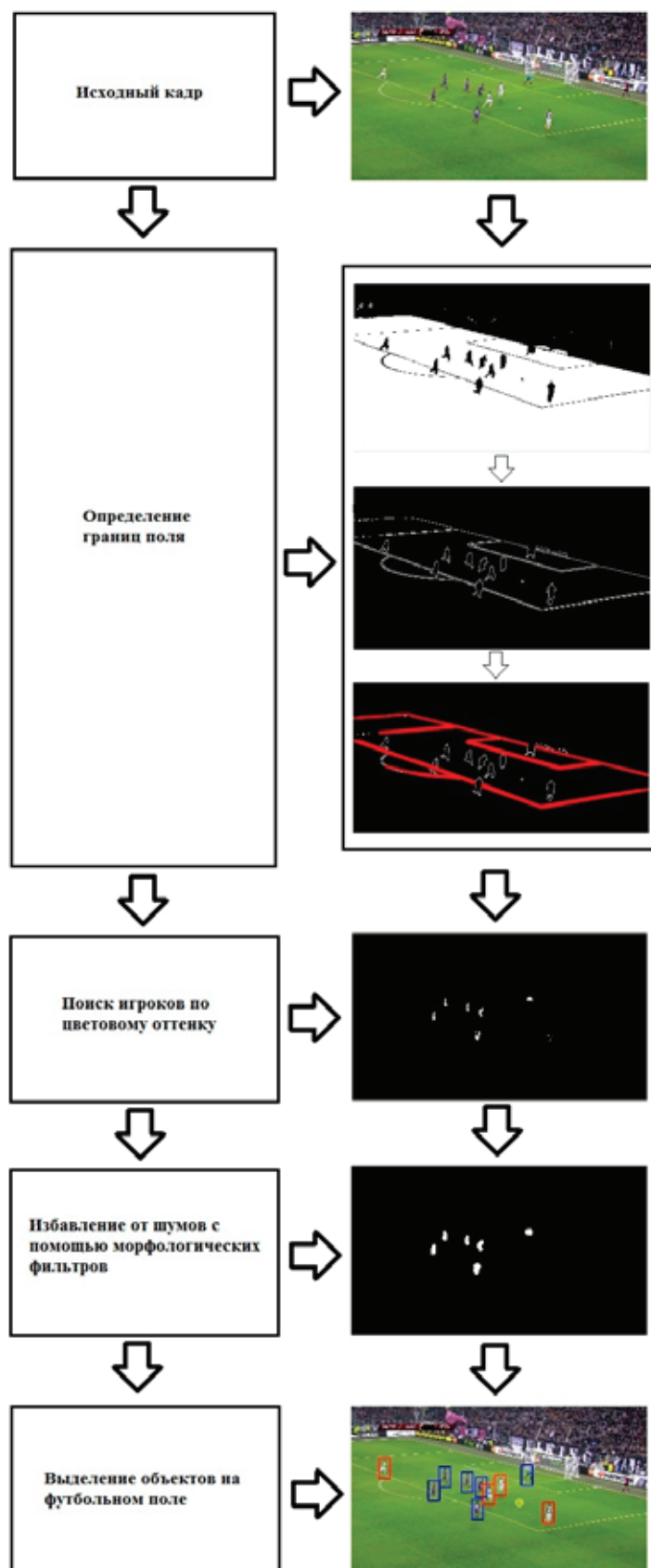


Рис. 8. Процесс обнаружения объектов на футбольном поле

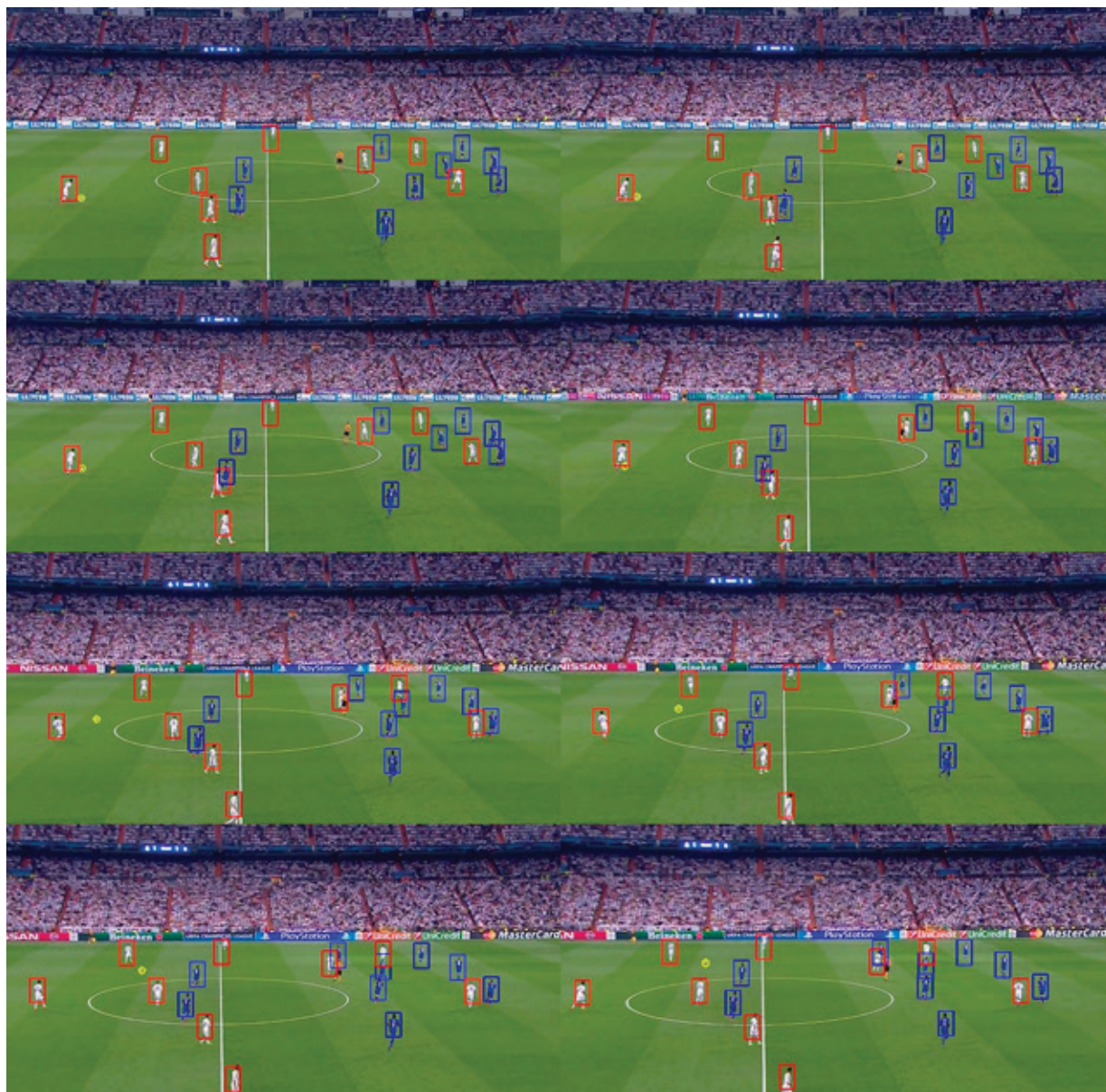


Рис. 9. Результаты тестирования системы обнаружения и ведения объектов на футбольном поле

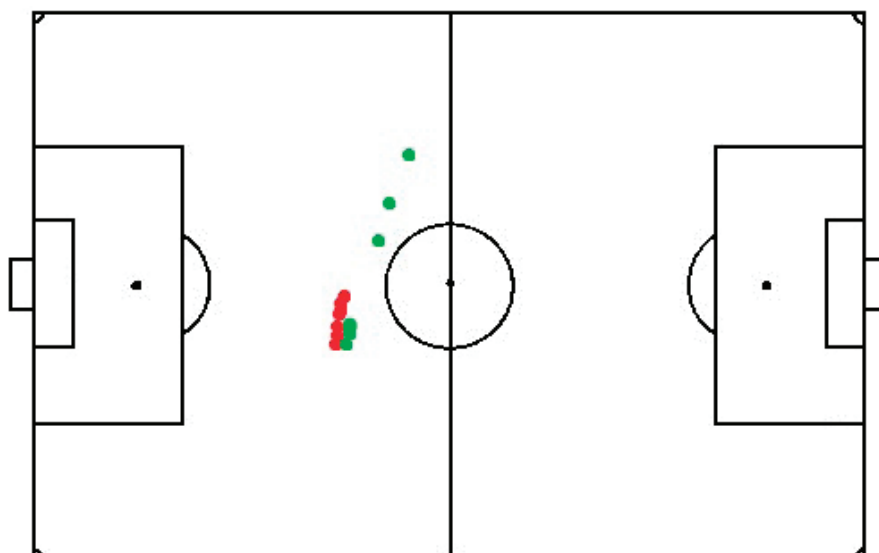


Рис. 10. Отображение перемещения одного взятого игрока и мяча (красный цвет — игрок, зеленый цвет — мяч)



рутся линии центрального круга, зона пенальти или ворот, чтобы определить размер одного пикселя (так как эти зоны имеют одинаковые стандартные размеры на всех полях). Данный процесс необходимо повторять при смене кадра в большом масштабе на игрока и обратно на все поле.

Процесс обнаружения объектов на футбольном поле отображен на рисунке 8.

На рисунке 9 отображены результаты тестирования для 8 кадров, взятых из записи футбольного матча.

В результате тестирования были обнаружены и выделены полевые игроки обеих команды, попавшие в кадр, а также мяч.

По этим данным было записано перемещение игрока и мяча (на первом кадре — самый левый игрок) (рисунок 10).

Данная система была реализована с использованием библиотеки алгоритмов компьютерного зрения OpenCV [12] и протестирована на реальных трансляциях футбольных матчей. Результаты тестирования подтвердили, что система собирает, классифицирует и анализирует данные о перемещениях объектов на футбольном поле для последующего предоставления их конечному пользователю в виде отчетов по запрашиваемым параметрам.

#### Литература:

1. Футбольная шпаргалка немецкого вратаря // URL: <http://www.ntv.ru/novosti/114680> (дата обращения: 12.01.15).
2. Роль статистики в ставках // URL: <http://www.sportbk.ru/articles-rates/95—articles-about-rates> (дата обращения: 14.01.15).
3. Как отследить каждый бросок в НБА? // URL: <http://geektimes.ru/post/245866> (дата обращения: 15.02.15).
4. Huang, Y., Llach J., Bhagavathy S. Players and Ball Detection in Soccer Videos Based on Color Segmentation and Shape Analysis. 2007.
5. Wilson, B. Development in video technology for coaching. Sports Technology. 2008.
6. HSV — цветовая модель // URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/HSV\\_\(цветовая\\_модель\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/HSV_(цветовая_модель)) (дата обращения: 03.03.15).
7. Поиск объекта по цвету // URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/402.html> (дата обращения: 11.03.15).
8. Детектор границ Кенни // URL: <http://habrahabr.ru/post/114589> (дата обращения: 03.03.15).
9. Преобразование Хафа // URL: <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/36> (дата обращения: 05.03.15).
10. Математическая морфология // URL: <http://habrahabr.ru/post/113626> (дата обращения: 07.03.15).
11. Sebe, N., Lew M. Robust computer vision: Theory and applications. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands: 2003.
12. OpenCV шаг за шагом // URL: <http://robocraft.ru/page/opencv> (дата обращения: 20.03.15).

## Обеспечение сохранности рациональной геометрии пластинчатого ножа в процессе раскроя текстильных материалов

Гаппаров Хасан Гаппарович, доцент;

Нурбоев Рашид Худайбердиевич, кандидат технических наук, доцент;

Гафурова Нигора Туймуродовна, кандидат технических наук, доцент;

Давронова Гузал Гиёзовна, магистрант

Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Пластинчатые ножи передвижных раскройных машин должны иметь высокие показатели надежности и долговечности, т.е. они должны в течение длительного времени обеспечивать режущую способность при минимальном элементе кромки. Поэтому создание износоустойчивого пластинчатого ножа для раскроя текстильных материалов с различными физико-механическими свойствами настолов системы “Материал-Подвижной нож” остаётся одной из актуальных задач швейного производств. В зависимости от условия процесса резания шерстяных, химических (смешанных с хлопковых пряжи) хлопчатобумажных, синтетических материалов, технических тканей, а также, тканей с металлическими покрытиями, происходит изнашивание кромки ножа выкроши-

вание, зазубривание и т.д. Однако, влияние этих факторов на износ пластинчатых ножей, изготовленных, из резных материалов не исследовано, поэтому необходимо изучить специфику износа ножа, выбор материала и методы его упрочнения. Известно, что в процессе резания происходит, трение с материалом в результате с обеих сторон рабочей фаски начинается процесс изнашивания. Зависимый от количества слоев настила, плотности раскраиваемых материалов, их механических свойств и т.д. В процессе раскроя системы “Материал — подвижной нож” происходит изменение геометрии контура деталей за счет вибрации, колебания ножа и его нагрев, вследствие чего, нарушается точность резания деталей. Одним из главных условий работы “Материал — подвижной нож” является

сохранение равномерной ширины пятна контакта с материалом по всей высоте настила. Износ рабочей фаски и кромки ножа происходит за счет трения материала о поверхности с обеих сторон ножа и от силы полезного сопротивления. Для оценки характера выше указанных условий работы системы “Материал — подвижной нож” воспользуемся понятием коэффициента перекрытия материала с ножом по различной высоте [1,2].

$$K_n = \frac{t_{p,m}}{t_m} \tag{1.1}$$

$$\text{или } K_n = P(n_n) \cdot K_1 \cdot K_2 \tag{1.2}$$

где:  $t_m$  — время работы раскройной машины;

$t_{p,m}$  — время, затраченное на раскрой материала;

$P(n_n)$  — вероятность возможности разрезания нитей материала в данный момент к длине раскроя;

$K_1$  — коэффициент неравномерности движения передвижного раскройной машины в процессе резания;

$K_1 = \frac{t_{p,m}}{t_{p,m} + t_{пр}}$  — коэффициент, устанавливающий про- скальзывание материала о кромку ножа.

$$t_{p,m} = t_0 P(n_n) \cdot K_1 \cdot K_2 \tag{1.3}$$

При движении ножа, если контур раскраиваемой детали имеет окружность переменного радиуса, затираемое время на холостой ход равен:

$$t_{х.х} = t_0 (1 - P(n_n) \cdot K_2) \tag{1.4}$$

Следовательно, износ пластинчатого ножа будет:

$$U_{п.н} = c \cdot q \cdot v_{p,m} \cdot t_0 (1 - P(n_n) \cdot K_2) \tag{1.5}$$

где:  $q$  — давление в зоне раскроя ножа раскраиваемого материала

Из рис.1 видно что:  $N_1 = \mu F_1$ ;  $N_2 = \mu F_2$ ;  $N_1 = N_2 = N$ ;  $\mu_1 = \mu_2$ ; следовательно  $F_1 = F_2$ ;  $Q = q_{cp} \cdot l_{кр}$

тогда условия процесса раскроя материала будет иметь вид:

$$P_{дв} \geq N + Q + P_{п.с} \tag{1.6}$$

где:  $Q$  — сила, действующая на кромку ножа;

$l_{кр}$  — длина кромки ножа;

$q_{cp}$  — среднее давление материала на нож.

Рассмотрим, как будет, выглядеть уравнение износа с учетом выше изложенных параметров во взаимосвязи с процессом раскроя материалов. Констатирование ножа с многослойным настилом, в котором один из них является

жестким и наклонным двухсторонним, а другой многослойным упруго деформируемым. Учитывая, что многослойный материал при вхождении контакта с ножом частично деформируется за счет силы полезного сопротивления. Средний диаметр пятна материала с кромкой можно определить, пользуясь формулой Н. Е. Дёмкина [4].

$$t_{cp} = \sqrt{\frac{4R \cdot h_{max} \cdot \varepsilon}{c}} \tag{1.7}$$

где:  $\varepsilon$  — относительная деформация линии раскроя, при движение пластинчатого ножа;

$c$  — константа микрогеометрии рабочей кромки ножа;

$R$  — радиус образования при внедрении кромки ножа в настил.

Интенсивность изнашивания кромки ножа системы “Материал-подвижной нож” с учётом деформации многослойного настила в зоне раскроя можно определить, пользуясь формулой [4]:

$$J_h = \frac{0,5 \cdot b \cdot \varepsilon^{\frac{2c+1}{2}} \cdot h_{max}^{\frac{1}{2}} \cdot A_c}{2A_a \cdot R^2 \cdot (c+1) \cdot n} \tag{1.8}$$

где:  $h_{max}$  — величина максимального износа ножа;

$b$  — ширина пятна контакта кромки ножа с материалом;

$A_a$  — номинальная площадь контакта;

$A_c$  — номинальная площадь рабочей кромки ножа.

Подставив значение  $\varepsilon$ , получим выражение интенсивности изнашивания в зависимости от среднего давления  $q_{cp}$  в зоне раскроя.

$$J_h = \frac{0,6 \cdot (1-\mu)^2 \cdot c^2 \cdot q_{cp}^{\frac{1}{2}}}{c(c^2-1) \cdot K_n \cdot E_n \cdot n} \tag{1.9}$$

где:  $K_n$  — коэффициент жесткости пластинчатого ножа;

$E_n$  — модуль упругости ножа;

$\mu$  — коэффициент трения материала о нож;

$n$  — число слоёв настила.

В процессе работы системы “Материал — подвижной нож” нож становится тонким, зазубренным, а рабочая фаска гладкой.

Для раскроя многослойного настила средней упругости можно принять следующие значения коэффициентов [4],  $c = 3,0$ ;  $\mu = 0,42$ ;  $K_n = 0,12$ . Подставляя значение коэффициентов в формулу (1.9) получим.

$$J_h = \frac{0,6 \cdot q_{cp}}{E_n \cdot n} \tag{1.10}$$

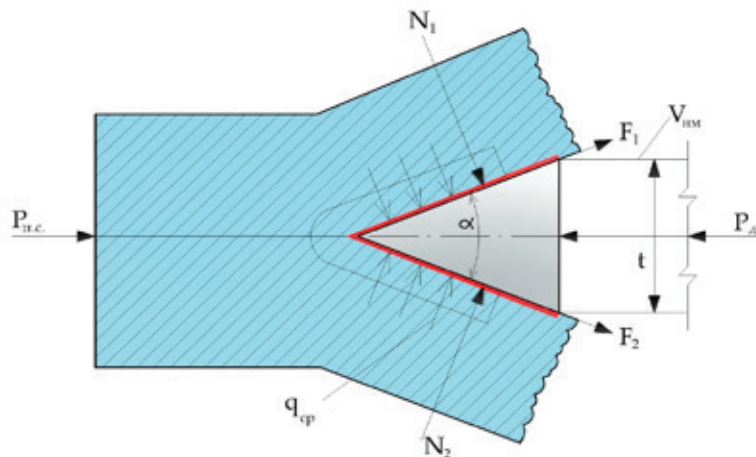


Рис. 1

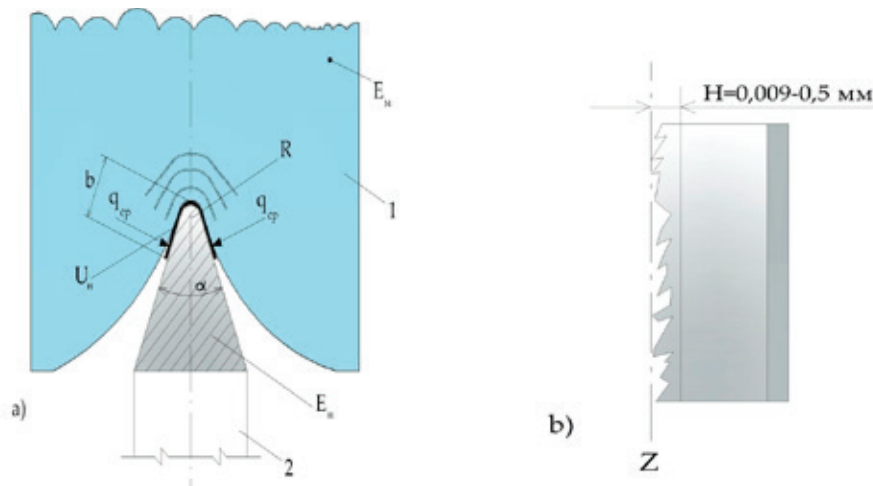


Рис. 2. Схема контакта пластинчатого ножа с многослойным настилом: а) 1 — многослойный настил; 2 — пластинчатый нож; б) Разрушения микрогеометрии кромки ножа

Формулу (1.10) можно применить для расчета износа системы

“Многослойной настил-подвижной нож” в процессе раскроя в зависимости от среднего давления в зоне контакта, модуля упругости ножа и числа слоев настила.

Следует, отметить, что интенсивность износа от среднего давления при упругом контакте выражается следующей зависимостью [5]:

$$J_h = q_{cp}^{1+\beta t} \tag{1.11}$$

Интенсивность износа, от коэффициента трения носит характер степенной зависимости

$$J_h = \mu^t \tag{1.12}$$

Экспериментально получить эту зависимость в чистом виде очень трудно, т. к. система “Многослойной настил — подвижной нож” имеют разные коэффициенты трения и разные физико-механические показатели.

Влияние твердости материала на интенсивность износа выражается следующей зависимостью:

$$J_h = \frac{1}{\delta^t (HB)^{1+\frac{t+1}{zc}}} \tag{1.13}$$

где:  $\delta^t$  — абсолютное перемещение в материале в процессе термообработки;

$HB$  — твердость кромки ножа;

Формула (1.13) показывает, что с повышением твердости материала ножа повышается его износостойкость и снижается коэффициент трения  $\mu$ . Исследования [6] показали, что основной характеристикой износостойкости сталей является твердость. Увеличение твердости рабочей кромки ножа с применением более твердых материалов пропорционально увеличивает износостойкость материала ножа:

$$\varepsilon = b \cdot Hv \tag{1.14}$$

где:  $\varepsilon$  — относительная износостойкость;

$b$  — коэффициент пропорциональности (для стали 7,3);

$Hv$  — твердость по Виккерсу.

Из формулы (1.14) видно, что наиболее рациональным путём повышения износостойкости пластинчатых ножей является термообработка, которая неразрывно связывает износ ножа с коэффициентом трения. Экспериментальные исследования подтвердили, что сталь,

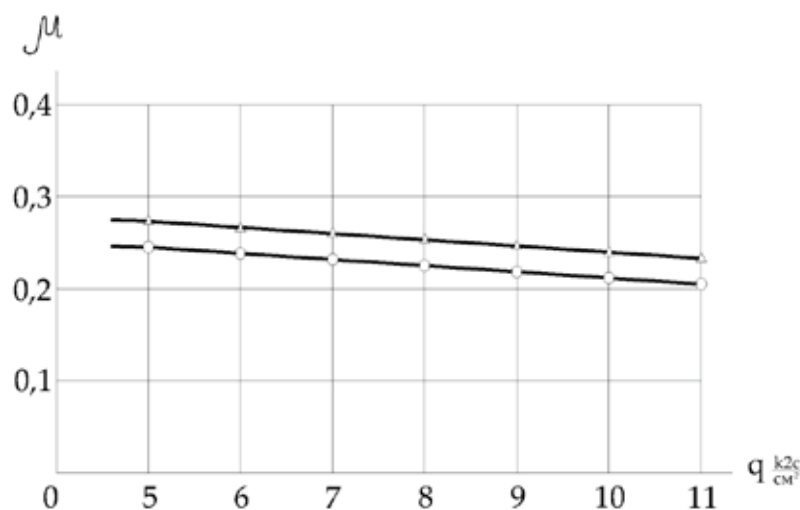


Рис. 3. График зависимости коэффициента трения тканей по стали от удельного давления

подвергнутая термообработке, имеет коэффициент меньше, чем нетермообработанная [8]. Из графика видно, что коэффициент трения текстильных материалов по стали имеет линейную зависимость от номинального эффициент трения при повышении давления на кромку ножа от 5 до 90  $N/sm^2$  снижается от 0,3 до 0,22. Коэффициент трения тканей по стали, подвергнутой термообработке, снижается от 0,24 до 0,21.

Таким образом, проведенные теоретические исследования по изучению работы системы "Многослойной настил — подвижной нож" показывают, что одним из способов повы-

шения надежности и долговечности пластинчатого ножа раскройных машин является выбор его материала, а также термообработка. Это позволит, снизит коэффициент трения тканей о нож, что важно для процесса раскроя тканей.

Повышение износостойкости рабочей кромки ножа способствует сохранению рабочей микрогеометрии пластинчатых ножей на делительный период работы процесса раскроя тканей. Кроме того, разрушение периметров раскраиваемых тканей уменьшается, точность кроя повышается, следовательно, возрастет производительность передвижных раскройных машин.

#### Литература:

1. Крагельский, И. В. и др. Об усталостном механизме при контакте. М., изд. АН СССР. Механика и Машиностроение № 6, 1963, 195с.
2. Базюк, Г. П. Резание и режущий инструмент в швейном производстве М., «Легкая индустрия» 1980, 321с.
3. Крагельский, И. В. Трение и износ. «Легкая индустрия» 1968, 479 с.
4. Archard, J. F., Hurst W. the wear of metals. Scientific lubrication 1968, № 11, v0210, pp16.
5. Комиссаров, Н. И. и др. Проектирование и расчет раскройных машин. «Технология легкой промышленности» Изв. Вузов М, 1965б № 1 163–171с.

## Исследование зависимости качества поверхностного слоя глубоких отверстий от технологии их изготовления<sup>1</sup>

Домнин Петр Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;  
Тимофеева Анна Александровна, аспирант  
Московский государственный технологический университет «Станкин»

*В данной статье речь идет об исследовании качества поверхностного слоя глубоких отверстий, выявлении зависимости показателей качества поверхности от выбранной технологии. Анализ научной литературы показал, что существуют разные методы и способы, предназначенные для формообразования поверхностей в глубоких отверстиях парогенераторов атомных реакторов. В работе приведены обобщенные результаты экспериментов о влиянии методов обработки на показатель шероховатости поверхности, а также на степень и глубину пластических деформаций. Наименьшая шероховатость была получена при сверлении методом ВТА. Необходимо отметить, что сверление ружейным сверлом и последующее развертывание обеспечивает наименьшую степень и глубину упрочнения.*

**Ключевые слова:** парогенератор, коллектор, глубокое отверстие, шероховатость, поверхностный слой, сверление, обработка поверхностей.

В современных атомных тепловых энергоустановках, химических, нефтехимических аппаратах широко применяются теплообменные аппараты с большим количеством труб (до 10 тысяч и более), концы которых закрепляются в трубных досках или коллекторах с рабочей зоной цилиндрической формы. Для этого в трубных досках и коллекторах обрабатываются глубокие отверстия с отношением длины  $l$  к диаметру  $l/d > 5$ . Кузлам заделки труб предъявляются очень высокие требования по надежности

и ресурсу работы. Типовыми представителями трубчатых теплообменных аппаратов являются парогенераторы (ПГ), подогреватели высокого давления (ПВД), подогреватели низкого давления (ПНД) для атомных реакторов ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200, теплообменное оборудование для реакторов БН-600 и БН-800. Диаметр отверстий  $d$  от 8 до 30 мм, а глубина от 5 до 50  $d$ . В отверстия различными методами (гидравлическим, взрывом, механической развальцовкой) запрессовываются трубки. Для более проч-

<sup>1</sup> НИР поддерживается Федеральным государственным бюджетным учреждением «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

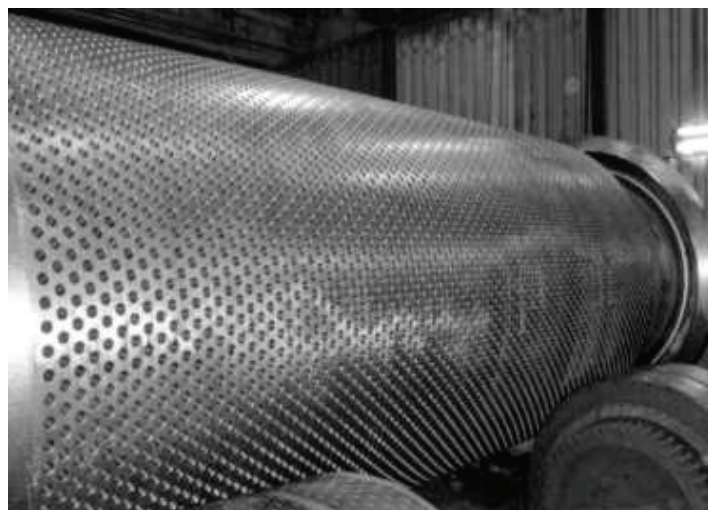


Рис. 1. Коллектор парогенератора ВВЭР-1000

ного и плотного соединения узла «труба-трубная доска (коллектор)» в конструкции некоторых отверстий имеются специальные канавки глубиной 0,2...0,5 мм.

Для более надежного и плотного крепления узла «труба-коллектор» («труба-трубная доска») конструкции некоторых отверстий нарезают специальные канавки глубиной 0,2...0,55 мм.

Обработка такого количества глубоких отверстий в коллекторах и трубных досках является сложным, ответственным и трудоёмким технологическим процессом, который требует использования специального режущего и вспомогательного инструментов, специального оборудования, оптимальных режимов обработки и нестандартных способов осуществления контроля. Технология обработки поверхностей в глубоких отверстиях должна обеспечить требования, которые предъявляются по отношению к качеству обработанной поверхности, требования по точности размеров и высокую производительность. Обработка поверхностей в глубоких отверстиях в парогенераторах атомных реакторов в большинстве случаев осуществляется на станках типа 2BW500—3—1000, НТ-ВШВЕ, 2805П, 2801П, ОВС8.3.3960 и ОС.0000.4037 и т.д.

Технология обработки глубоких отверстий может в широких пределах изменять состояние их поверхностного слоя (шероховатость, степень и глубину пластических деформаций, структурно-фазовый состав, остаточные напряжения и др.). Это приводит к существенному изменению эксплуатационных свойств деталей: усталостной и коррозионно-усталостной прочности, коррозионного растрескивания под напряжением (SCC), прочности прессовых соединений и др. При обработке резанием пластические деформации в поверхностном слое протекают с разной интенсивностью в различно ориентированных зернах, структурных составляющих металла. Ферритные зерна деформируются интенсивнее перлитных, что вызывает изменение их электродного потенциала: ферритные зерна становятся анодными, перлитные — катодными.

Такая микронеоднородность поликристаллического металла приводит к образованию большого количества коррозионных микроэлементов и к интенсификации процесса коррозии. Экспериментальными исследованиями установлено, что методы и режимы обработки, вызывающие минимальные искажения тонкой кристаллической структуры и минимальную гетерогенность электрохимических свойств металла, а также формирование остаточных напряжений сжатия в поверхностном слое, оказывают положительное влияние на сопротивление коррозионной усталости и коррозионному растрескиванию под напряжением поверхностного слоя деталей, работающих в коррозионной среде.

Коллектор парогенератора атомной энергоустановки ВВЭР-1000 имеет 11 тысяч отверстий диаметром 16,2 мм, глубиной 170 мм, в которые запрессовывают трубочки из коррозионно-стойкой стали  $\varnothing 16 \times 1,5$  мм. Техническими условиями на коллектор регламентируется точность геометрических размеров отверстий в поперечном сечении и продольном направлении (цилиндричность), размеры перемычек, шероховатость поверхности ( $Ra = 1,25..6,3$  мкм).

Формирование глубоких отверстий и поверхностного слоя осуществляется разными способами. При этом сверление глубоких отверстий осуществляется:

- 1) сверлами одностороннего резания (ружейными) с подводом СОЖ под давлением по внутреннему каналу инструмента и отводом стружки по наружному каналу;
- 2) сверление инструментом одностороннего и двухстороннего резания (типа ВТА) с наружным подводом СОЖ и отводом стружки по внутреннему каналу сверла;
- 3) сверление сверлами одностороннего и двухстороннего резания с внутренним эжекторным отводом стружки.

Обработка канавок и фасок (с углом 30°, 45° и радиусных) производится специальным инструментом с напайными и сменными твердосплавными пластинками.

Анализ патентных и литературных источников [1—38] показал, что существуют разные методы и способы, пред-

назначенные для формообразования поверхностей в глубоких отверстиях.

При изготовлении коллекторов и трубных досок парогенераторов АЭС применяются углеродистые, высоколегированные, коррозионностойкие и специальные стали: 10ГН2МФА, 08Х18Н10Т-ВД, 09Г2С, 22К-Ш, 10Х2М-ВД, ХН35ВТ-ВД, 20Х1М1Ф1Т.

Данные виды материалов хорошо подходят для изготовления сварных конструкций, работающих в средах высокой агрессивности, обладают повышенной сопротивляемостью межкристаллитной коррозии.

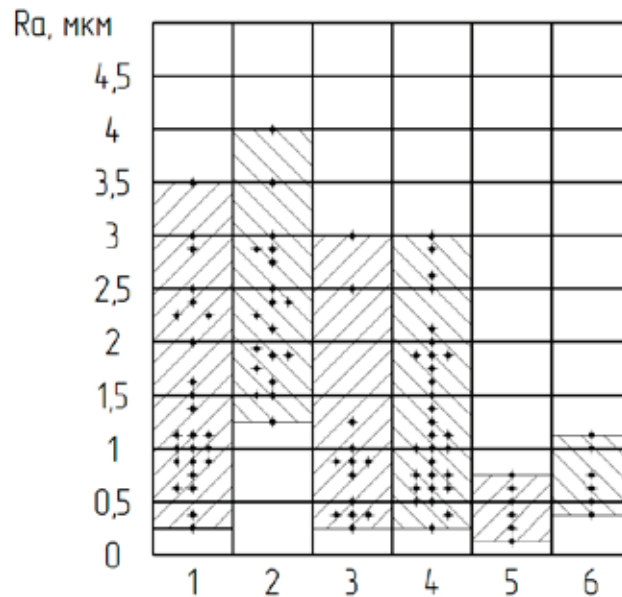
Способ обработки глубоких отверстий может в большом диапазоне изменять состояние их поверхностного слоя (шероховатость поверхности, степень и глубину пластических деформаций и др.).

Для обоснования оптимальной технологии обработки глубоких отверстий в парогенераторах атомных реакторов

были осуществлены комплексные исследования воздействия способов формообразования и технологических факторов на ключевые характеристики качества поверхностного слоя. Тангенциальные (в направлении вектора скорости резания) и осевые (вдоль образующей отверстия) остаточные напряжения определялись методом механического воздействия. Эксперименты проводились в заводских условиях на кольце из стали 08Х18Н10Т-ВД.

Обобщенные результаты экспериментов о влиянии разных способов обработки поверхностей в глубоких отверстиях на показатель шероховатости приведены на рис. 2.

Заметим, что при всех методах обработки шероховатость поверхности имеет большой разброс по значениям. Наименьшая шероховатость и разброс наблюдается при сверлении методом ВТА ( $Ra = 0,2...0,7$  мкм), при вибрационном сверлении ( $Ra = 0,3...1,2$  мкм).



**Рис. 2. Шероховатость поверхности при различных методах обработки глубоких отверстий: 1–Сверление ружейными сверлами; 2–Сверление + зенкерование; 3–Сверление + зенкерование + развертывание; 4–Сверление + развертывание; 5–Сверление по методу ВТА; 6–Вибрационное сверление**

В поверхностном слое после обработки присутствуют остаточные напряжения (рис. 3). Анализ экспериментальных данных по деформационному упрочнению поверхностного слоя позволяет сделать следующие выводы. Сверление ружейными сверлами сопровождается упрочнением на глубину 0,05...0,12 мм. При этом максимальная степень упрочнения в зависимости от режимов резания и величины износа сверла может колебаться от 30% до 80%. Износ сверла оказывает менее сильное влияние на упрочнение по сравнению с режимами резания. С его увеличением несколько увеличивается глубина упрочнения и при  $h_3 = 0,6...1,3$  мм она составляет 0,1...0,12 мм. Увеличение скорости резания с 60 до 70 м/мин уменьшило степень упрочнения в тонком поверхностном слое 0,03 мм с 66% до 52%,

практически не повлияв на глубину упрочненного слоя. Несколько большее влияние на упрочнение поверхностного слоя оказала подача. При её увеличении с 0,02 мм/об до 0,06 мм/об степень упрочнения возросла с 50% до 70%, а глубина упрочненного слоя с 0,07 до 0,12 мм.

Из исследованных вариантов комбинированной обработки сверление ружейным сверлом и последующее развертывание обеспечивает наименьшую степень (до 50%) и глубину упрочнения (до 0,1 мм). Примерно такие же результаты по деформационному упрочнению поверхностного слоя получены при сверлении отверстия по методу ВТА. Вибрационное сверление формирует поверхностный слой с наибольшей глубиной (до 0,15 мм) и степенью упрочнения (до 100%).

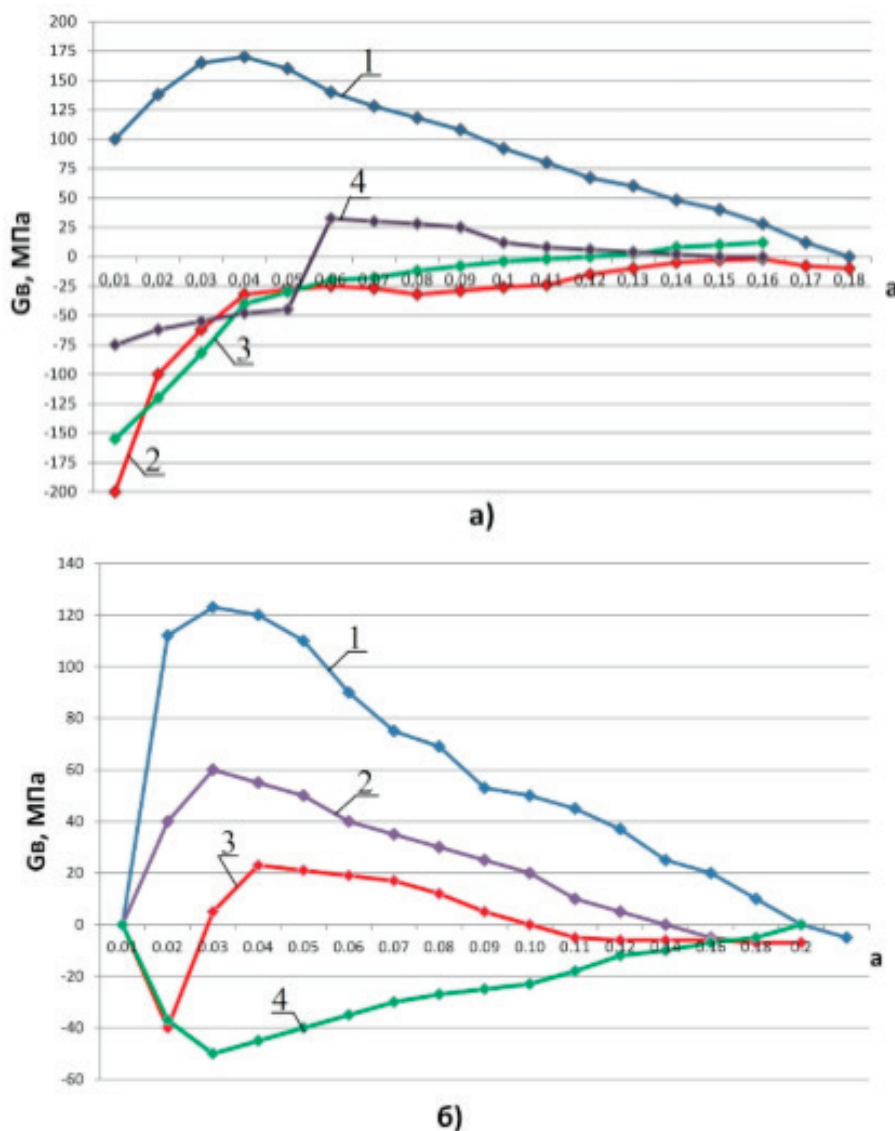


Рис. 3. Эпюры остаточных напряжений в поверхностном слое глубоких отверстий после различных методов обработки (а-тангенциальные, б-осевые): 1 — сверление ружейным сверлом; 2 — сверление + зенкерование; 3 — сверление + развертывание; 4 — сверление по методу ВТА

Литература:

1. Петухов, Ю. Е. Формообразование численными методами. М: Янус-К, 2004, 198 с.
2. Петухов, Ю. Е. Математическая модель криволинейной режущей кромки спирального сверла с постоянной стойкостью точек режущей кромки. /Петухов Ю. Е., Водовозов А. А./ СТИН. 2014. № 3. с. 8–11.
3. Петухов, Ю. Е. Определение задних кинематических углов при обработке винтовых фасонных поверхностей стандартными фрезами прямого профиля/ Петухов Ю. Е., Домнин П. В./Вестник МГТУ Станкин. 2014. № 2 (29). с. 27–33.
4. Петухов, Ю. Е. Затачивание по передней поверхности спиральных сверл с криволинейными режущими кромками. /Петухов Ю. Е., Водовозов А. А./ Вестник МГТУ Станкин. 2014. № 1 (28). с. 39–43.
5. Петухов, Ю. Е. Разработка конструкции инструмента для прорезания канавок в отверстиях на основе анализа функциональных связей между параметрами конструкции и эксплуатационными показателями процесса обработки /Петухов Ю. Е., Домнин П. В., Тимофеева А. А./ Вестник МГТУ Станкин. 2015. № 2 (33). с. 12–16.
6. Петухов, Ю. Е. Формирование базы знаний процесса проектирования инструмента для обработки канавок в глубоких отверстиях /Петухов Ю. Е., Домнин П. В., Тимофеева А. А./ Научная жизнь. 2014. № 5. с. 21–29.
7. Петухов, Ю. Е. Анализ влияния скорости резания точек режущей кромки на стойкость спирального сверла и пути ее увеличения /Петухов Ю. Е., Водовозов А. А./Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2013. Т. 2. № 1 (15). с. 31–35.

8. Петухов, Ю. Е. Неразрушающий метод оценки режущей способности кругов с однослойным алмазно-гальваническим покрытием. /Петухов Ю. Е., Домнин П. В., Рубец А. А./СТИН. 2015. № 9. с. 11–13.
9. Гречишников, В. А., Петухов Ю. Е., Пивкин П. М., Исаев А. В., Романов В. Б., Домнин П. В. Точение деталей сложного профиля с обеспечением заданного микрорельефа поверхности. Стин. 2015. № 8. с. 13–16.
10. Петухов, Ю. Е. Разработка численного метода профилирования /Петухов Ю. Е., Атрощенко Т. С./В сборнике: Автоматизация: проблемы, идеи, решения. Материалы международной научно-технической конференции: в двух томах. 2010. с. 185–188.
11. Петухов, Ю. Е. Проектирование инструментов для обработки резанием деталей с фасонной винтовой поверхностью на стадии технологической подготовки производства. /Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / МГТУ Станкин. Москва. 2004
12. Петухов, Ю. Е. Проектирование инструментов для обработки резанием деталей с фасонной винтовой поверхностью на стадии технологической подготовки производства. /Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Москва, 2004
13. Домнин, П. В. Разработка процесса формообразования фасонных винтовых поверхностей инструментов на основе применения стандартных концевых и торцевых фрез. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный технологический университет. Москва, 2012.
14. Домнин, П. В. Разработка процесса формообразования фасонных винтовых поверхностей инструментов на основе применения стандартных концевых и торцевых фрез. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный технологический университет. Москва, 2012
15. Домнин, П. В. Формирование фасонных винтовых поверхностей стандартными концевыми и торцевыми фрезами. Главный механик. 2013. № 11. с. 39–46
16. Домнин, П. В., Тимофеева А. А. Исследование функциональных связей между параметрами конструкции, эксплуатационными показателями и условиями эксплуатации канавочногорезца / Техника машиностроения. 2015. Т. 22. № 2. с. 32–36.
17. Колесов, Н. В. Система контроля сложных кромок режущих инструментов. /Колесов Н. В., Петухов Ю. Е./Комплект: ИТО. Инструмент. Технология. Оборудование. 2003. № 2. с. 42.
18. Колесов, Н. В. Компьютерная модель дисковых фасонных затылованных фрез /Колесов Н. В., Петухов Ю. Е., Баринов А. В./ Вестник машиностроения. 1999. № 6. с. 57.
19. Колесов, Н. В. Алгоритм расчета дискового инструмента для обработки винтовых поверхностей /Колесов Н. В., Домнин П. В., Завьялов С. С./ СТИН. 2014. № 10. с. 15–16.
20. Петухов, Ю. Е. Проектирование производящей инструментальной и исходной поверхностей на основе методов машинного моделирования. /Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Москва, 1984
21. Процессы формообразования и САПР металлорежущего инструмента: учеб. пособие /Артюхин Л. Л., Бальков А. В., Гречишников В. А., Домнин П. В., Колесов Н. В., Косарев В. А., Петухов Ю. Е., Романов В. Б., Седов Б. Е., Тарасов А. В., Щербаков В. Н., Юрин С. В.; под общей редакцией В. А. Гречишникова. — М.: ГОУ ВПО МГТУ «Станкин», 2010. 356 с.
22. Петухов, Ю. Е. Способ формообразования фасонных винтовых поверхностей/Петухов Ю. Е., Домнин П. В./ Патент на изобретение RUS 244797224.06.2010
23. Петухов, Ю. Е. Способ заточки задних поверхностей сверл / Петухов Ю. Е., Водовозов А. А./патент на изобретение RUS 246684529.03.2011
24. Kolesov, N. V. Disk tool for machining helical surfaces/ Kolesov N. V., Domnin P. V., Zav'yalov S. S./Russian Engineering Research. 2015. Т. 35. № 4. с. 290–291.
25. PetukhovYu.E. Curvilinear cutting edge of a helical bit with uniform life/PetukhovYu.E., Vodovozov A. A./Russian Engineering Research. 2014. Т. 34. № 10. с. 645–648.
26. PetukhovYu.E.Determining the shape of the back surface of disc milling cutter for machining a contoured surface/ PetukhovYu.E., Movsesyan A. V./Russian Engineering Research. 2007. Т. 27. № 8. с. 519–521.
27. Kolesov, N. V. Computer models of cutting tools /Kolesov N. V., PetukhovYu.E./Russian Engineering Research. 2007. Т. 27. № 11. с. 812–814.
28. PetukhovYu.E. Geometric shaping in cutting/PetukhovYu.E., Kolesov N. V., YurasovS.Yu/ Russian Engineering Research. 2014. Т. 34. № 6. с. 374–380.



## Проблема реставрации и реконструкции исторических зданий г. Курска и Курской области

Дородных Анна Алексеевна, кандидат технических наук, старший преподаватель;  
Апухтина Анна Сергеевна, студент  
Юго-Западный государственный университет

*В современном мире одним из важнейших направлений научного исследования становится обращение к проблемам культурного наследия. Развитие архитектуры Курской области и внедрение практики охраны объектов культурного наследия сопряжено с сохранением уникальных территорий с комплексной реставрацией памятников истории и культуры.*

**Ключевые слова:** реставрация, культурное наследие, реконструкция.

Реставрация, реконструкция зданий и архитектурных памятников имеют огромное значение в сохранении исторического наследия старинных российских городов. Данные строительные работы проводятся с целью сохранения и усовершенствования технического состояния, архитектурных, функциональных и исторических особенностей строения. Реставрация и реконструкция необходимы тогда, когда сооружения, за значительные сроки эксплуатации, обветшали, начали разрушаться, а вследствие этого, утратили свои уникальные свойства.

По данным исследовательских центров, изучающих архитектурные объекты федерального значения, большая часть ценных с исторической и культурной точки зрения зданий и сооружений в регионах нашей страны нуждается в реконструкции и реставрации. В городе Курске находится немалое количество таких объектов культурного наследия. Но в силу ряда причин их число ежегодно сокращается, поэтому проблема сохранения архитектурного наследия в настоящее время очень актуальна и нуждается в решении. За многолетний период своего существования исторические объекты неоднократно подвергаются переделкам и перестройкам. Задача реставрации — вернуть им первоначальный, максимально приближенный к оригиналу облик. Но на такие строительные работы требуются значительные материальные средства, которых часто не хватает. Реконструировать и реставрировать архитектурные памятники намного дороже, чем сносить. Именно по этой причине многие исторические здания Курской области и г. Курска не реставрируются, а подлежат сношению. Данная политика может привести к тому, что через некоторое количество времени, на улицах не останется ни одного здания, которое могло бы что-то рассказать о прошлом нашего города. Русский филолог Дмитрий Лихачев очень точно выразил суть проблемы в своем высказывании: «Человек, который не любит смотреть старые фотографии родителей — не ценит их, а если человек равнодушен к памятникам истории — значит, он равнодушен к своей стране».

В г. Курске можно привести несколько печальных примеров, когда вместо того, чтобы реставрировать здание, его сносили. В 1912 г. в Парке имени 1 Мая был по-

строен Летний театр, представляющий собой первое железобетонное здание в г. Курске. Здесь побывали такие известные личности, как Надежда Плевицкая, Максим Горький, Любовь Орлова и др. Долгое время в новейшей истории театр стоял заброшенным, а в 2012 г. он был передан в частные руки и был снесен. «... С одной стороны, мы готовимся отмечать 980-летие Курска, говоря о связи веков и сохранении традиций, а с другой — уничтожаем эту самую историю» [1], — своими печальными мыслями поделился историк Юрий Озеров в 2012 г. Так же он с сожалением отнесся к сносу Георгиевской аптеки, которая относилась к категории объектов культурного наследия, но в последствии была вычеркнута из списка исторических памятников. Это произошло из-за того, что данное здание перешло во владение частных собственников. «... Это памятник истории курской медицины. И мы его теряем. Печально и грустно наблюдать эту картину» [2], — прокомментировал историк.

Но, однако, в Курской области и в г. Курске ведутся реставрационные работы над многими историческими памятниками. Одно из реконструируемых ныне зданий — имение Афанасия Фета в селе Воробьевка Курской области. В современности там ежегодно проходили «Фетовские чтения», куда приглашали знаменитых поэтов и литературоведов. Но со временем здание усадьбы начало разрушаться и ветшать, приходя в негодность.

В 2009 году было принято решение начать реконструкцию имения и сделать его памятником культуры. Средства было получить очень сложно, во многом потому, что до 2011 года Воробьевка была объектом федерального значения, а это значит, что её восстановление должно было осуществляться за счёт федерального бюджета. По факту же курский комитет по культуре вкладывал в ремонт областные деньги.

В 2014 году строители начали восстанавливать фасад главного здания, вставляя окна (они все были изготовлены по фото). «Вся рабочая группа по реконструкции имения стремится восстановить здание в полном соответствии с исторической правдой» [3], — рассказал генеральный директор компании, проводящей реконструкции Воробьевки. Работы по реставрации и реконструкции

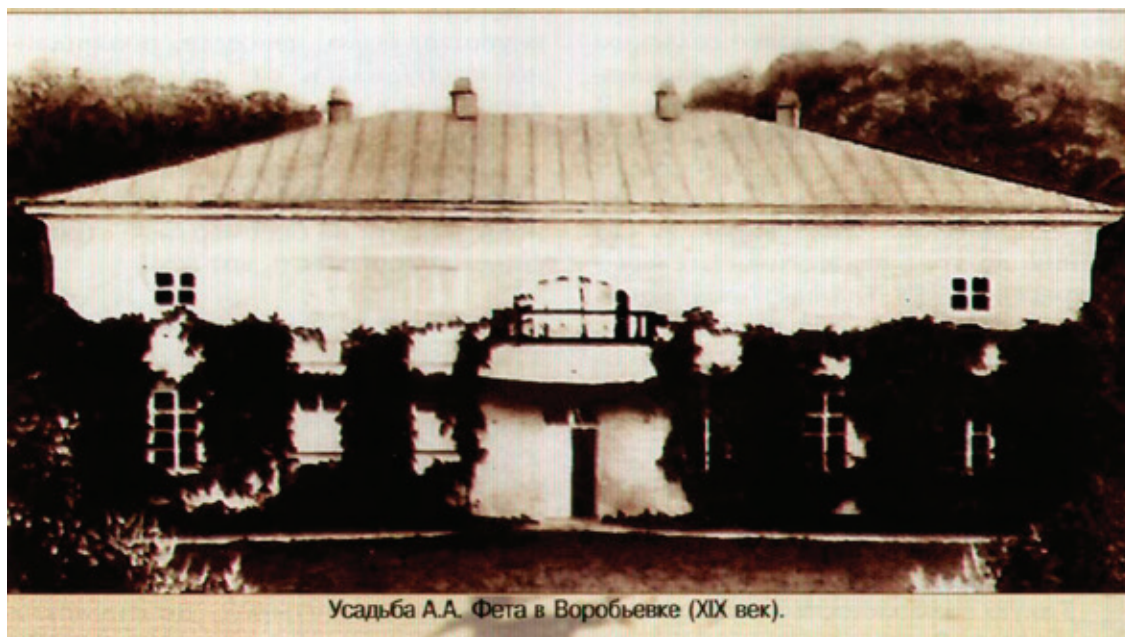


Рис. 1. Усадьба Афанасия Фета до реконструкции, XIX век



Рис. 2. Усадьба Афанасия Фета в период реконструкции

планируют закончить в 2015 году к 195-летию Афанасия Фета. К этому времени облик Воробьевки преобразится и станет таким, каким он был в фетовские времена.

Воскресенский храм Знаменского мужского монастыря в 2003 году также стал объектом реставрации и реконструкции. Он был построен в г. Курске еще в 1857 г. Строительные работы по приданию бывшего облика храму сначала шли очень медленно. Но в 2014 г., Попечительским советом по возрождению Коренной пустыни, было принято решение о направлении части средств на реставрационные работы. На 2015 г. уже были сделаны система отопления и вентиляция, оштукатурены и покрашены потолки и стены. Здесь не обошлось и без помощи Юго-За-

падного государственного университета: «... Подобрали все составы, которые надо. В этом плане и ЮЗГУ нам помогал. Чуть ли не до молекулярного разложил какие штукатурки, что они состоят, все это подобрать», — поделился главный инженер Курской епархии Владимир Горбылев. От внутреннего богатого убранства в Воскресенском храме мало что осталось. Но современные технологии помогут восстановить первоначальный вид. В настоящее время ведется внутренняя отделка. По плану, уже в 2016 году, жители г. Курска смогут увидеть, какой была Воскресенская церковь почти полтора века назад. Еще одним примером реставрации зданий в г. Курске может служить объект культурного наследия федераль-



Рис. 3. Усадьба Афанасия Фета, окончательный вид после реконструкции

ного значения «Здание Дворянского собрания», построенный в 1877 г., в котором в 1943 году разместился гарнизонный Дом офицеров. Данный памятник архитектуры пережил два очень сильных пожара, вследствие чего претерпел значительные разрушения и был несколько раз реставрирован. В 2010 г. Министерством обороны РФ было принято решение о повсеместной ликвидации домов офицеров с последующей продажей здания. Это вызвало широкий общественный резонанс в г. Курске. Но, благодаря вмешательству губернатора А. Н. Михайлова, здание не было продано, а даром передано в собственность Курской области. В 2012 г. ООО «Ростехпроект»

разработало проектно-сметную документацию по реконструкции здания и уже в 2013 г. начались строительные работы. По плану они должны завершиться уже в конце 2015 года [4].

Проблема сохранения культурного наследия все более осознается как одна из важных проблем, стоящих перед обществом. Особенно большое внимание уделяется этим вопросам в последние десятилетия. Памятники прошлого, и в частности произведения архитектуры, призваны сохранить историческую память. Все это повышает значение реставрации и реконструкции зданий и памятников архитектуры.

#### Литература:

1. Варвара Боева. В центре Курска сносят 100-летний театр [Текст] / Варвара Боева // Газета «Друг для друга». — 2012. — № 6 (904)
2. Ирина Фомкина, Виктория Меркулова. В Курске поставлена точка в нашумевшем деле о Георгиевской аптеке / Ирина Фомкина, Виктория Меркулова // Проект информационного агентства «KURSKSITY» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://kurskcity.ru/news/firstline/93403>
3. Курская «Швейцария». Усадьба Фета откроется в 2015 году [Текст] / Еженедельник «Аргументы и Факты». — 2014. — № 38
4. Ирина Шашкова. Губернатор оценил ход работ по восстановлению Воскресенского храма / Ирина Шашкова // Телерадиокомпания «СЕЙМ» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://seyminfo.ru/gubernator-otsenil-chod-rabot-po-vosstanovleniiu-voskresenskogo-chrama-kurska.html>

## Анализ современных методов организации работ при малоэтажном строительстве

Дунаевская Юлия Павловна, магистрант  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

**Ключевые слова:** оптимизация, загородное строительство, календарное планирование, методы организации загородного строительства.

До недавнего времени загородное строительство не могло удовлетворить хорошо развитой инфраструктурой. Современный коттеджный поселок должен быть оснащен различными системами коммуникаций и достаточной социальной инфраструктурой. План строительства коттеджного поселка предусматривает грамотное проектирование и проведение системы инженерных и бытовых коммуникаций. Так же коттеджный поселок обязательно должен иметь архитектурную концепцию. Каждый исключительный отдельный дом должен гармонично вписываться в общую застройку поселка, таким образом составлять единый архитектурный ансамбль. Комплекс загородных домов должен дополнять и гармонично вписываться в изначальный природный ландшафт, не нарушая его.

В настоящее время загородное строительство пользуется большой популярностью и может удовлетворить различные запросы потребителей [1].

Однако имеются неэффективно используемые земли, и их резерв измеряется тысячами гектаров. Причем освоение этих территорий в некоторых случаях не требует подводки инфраструктуры, которую необходимо создавать с нуля.

В связи с этим, обретает актуальность проведение исследований и разработок, ориентированных на формирование и развитие территориальных схем управления малоэтажной жилой застройкой.

Загородное строительство имеет свои особенности в отличие от городского строительства, которые необходимо учитывать при разработке проекта организации строительства. Например, сильные заморозки или повышенная температура, возможны большие расстояния для доставки строительных материалов, сезонная распутица, не достаточно хорошо развитая дорожная инфраструктура, подключение к имеющимся инженерным сетям [2].

Важной задачей членов строительного производства служит уменьшение длительности производства работ, минуя повышение стоимости готовой продукции [3–5]. Решением этой проблемы становится: составление календарных графиков с оптимальной очередностью работ; наибольшее применение производственных ресурсов; использование программного обеспечения для действенного управления ходом работ.

Календарное планирование является основой управления во многих отраслях и стало активно развиваться с возрастанием сложности проектов и с необходимостью в их эффективном осуществлении. При реализации ин-

вестиционно-строительного проекта в зависимости от стадии календарное планирование решает различные задачи [6].

В каждом конкретном случае используют разные методы организации строительного производства. Это зависит от целей и требований, предъявляемых к проекту.

Методы организации строительства должны быть адекватными внешним условиям, особенностям различных этапов процесса становления и развития рыночных отношений, как можно точнее учитывать профиль деятельности объекта строительства и разнообразные средства достижения основной предпринимательской цели — увеличения прибыли.

При составлении календарных планов в составе ПОС и ППР необходимо добиваться максимального использования фронта работ, совмещения строительных процессов с обеспечением их непрерывности и поточности, равномерного использования ресурсов и производственных мощностей. Все эти условия требуют от разработчиков календарных планов развития в теории и практике моделирования календарных планов.

В области загородного строительства в качестве основной задачи выдвигается повышение эффективности капитальных вложений, обеспечение дальнейшего роста и качественного совершенствования основных фондов, быстрейший ввод в эксплуатацию и освоение новых производственных мощностей за счет улучшения планирования и организации строительного производства, сокращения продолжительности и снижения стоимости строительства.

Следствием плодотворного управления строительством является осуществление проекта в требуемые сроки, использование изначально запланированного бюджета [7].

У общества есть неизменная потребность в улучшении методов организации строительных работ; необходимость разработки для каждого случая строительства всех конкурентоспособных вариантов организации работ для сравнения и выбора максимально отвечающего определенным производственным условиям.

Сводные данные основных моделей календарного планирования приведены в таблице 1.

На данный момент разработано много способов и методов календарного планирования, решающих сложные задачи. Каждый проект имеет особенности и потребность в разработке алгоритмов, которые способны урегулировать специализированные задачи.

Таблица 1. Методы организации строительного производства

Наименование метода	История создания	Суть метода	Особенности
<b>Метод непрерывного использования ресурсов (НИР)</b>	Впервые методику формирования потока с НИР предложил в 1946 году В. В. Чихачев в виде так называемого графического метода. При этом на циклограмме отображается первый вид работ с НИР и на калках в том же масштабе последующие виды работ с НИР. Калка с отображением последующего вида работ надвигалась справа налево до первого критического момента, то есть момента окончания на каком-либо частном фронте предшествующей работы и начала последующей. Это определяло положение данного вида работ и надвигалась последующая калка.	<p>Главное правило этого метода — отсутствие простоев всех ресурсов.</p> <p>Продолжительность потока (Т) рассчитывается по формуле:</p> $T = \sum_{j=2}^n T_j^p + \sum_{i=1}^m t_{in}$ <p>где Т — продолжительность потока с НИР;  <math>T_{jp}</math> — период развертывания (смещения) начала рассматриваемого (j-того) по отношению к предшествующему ((j-1) -му);  <math>t_{in}</math> — работа n-го вида на i-том частном фронте;                      n — число видов работ;                      m — число фронтов работ.</p>	<p><b>Достоинства:</b> Отсутствие простоев ресурсов.</p> <p><b>Недостатки:</b> В таких потоках каждый из видов работ выполняется непрерывно. При этом неизбежны простои фронтов работ.</p>
<b>Метод непрерывного освоения фронтов (НОФ)</b>	Появился приблизительно в одно время с методом непрерывного использования ресурсов.	<p>Главное правило этого метода — непрерывность освоения фронтов, то есть непрерывности строительных работ на каждом фронте.</p> <p>Продолжительность потока рассчитывается по формуле:</p> $T = \sum_{i=2}^m T_i^p + \sum_{j=1}^n t_{jm}$ <p>где                      Т — продолжительность потока с НОФ;  <math>T_{ip}</math> — период развертывания (смещения) начала рассматриваемого (i-го) фронтального комплекса работ по отношению к предшествующему ((i-1) -му);  <math>t_{jm}</math> — работа j-го вида в составе m-го фронтального комплекса;                      n — число вида работ;                      m — число фронтов работ.</p>	<p><b>Достоинства:</b> Непрерывность работ на каждом фронте. По сравнению с методом непрерывного использования ресурсов гарантирует меньшую продолжительность работ [8].</p>

<p><b>Метод критического пути (МКП)</b></p>	<p>Метод критического пути — разработчик французский экономист Дюпон (DuPont, 1956 г.). Разработан для составления планов-графиков крупных комплексов работ по модернизации заводов фирмы «Дюпон».</p>	<p>Основной принцип — критические задачи не имеют временного резерва, если меняется продолжительность выполнения критической работы, то это влечет изменение сроков выполнения всего проекта.</p> <p>Продолжительность рассчитывается по формуле:</p> $T = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij}^{кр}$ <p>где <math>t_{ij}^{кр}</math> — продолжительность критической работы <math>i, j</math>, у которой ранние и поздние сроки выполнения одинаковы. Критическими работами всегда являются первая и последняя работы, остальные определяются в зависимости от разновидности метода;</p> <p><math>n</math> — количество видов работ;</p> <p><math>m</math> — число фронтов работ.</p>	<p><b>Достоинства:</b>                  Есть временные резервы, разница между поздним началом/окончанием и ранним началом/окончанием.                  Основным достоинством метода критического пути является возможность манипулирования сроками выполнения задач, не лежащих на критическом пути.                  Резервы времени обеспечивают гибкость расписания проекта и его устойчивость к наступлению рисковых событий.                  Минимальная продолжительность работ.</p> <p>Другое название метод слабого звена.</p>
<p><b>Метод критической цепи</b></p>	<p>В первый раз метод представлен в 1997 году в книге Э. М. Голдратта «Критическая цепь», метод встретил большую поддержку, потому что был сходен по технике классическому методу критического пути (ресурсные связи фактически являлись расширением сетевой модели на ресурсы), а расчётные алгоритмы оказались достаточно просты и эффективны по быстродействию.</p>	<p>Альтернатива методу критического пути, основанная на законах теории ограничений.                  Критическая цепь — самая длинная последовательность зависимых элементов проекта, состоящая из отрезков, имеющих резерва времени с учетом ограничений по использованию ресурсов.                  Критическая цепь не меняется в течение реализации проекта [9–10].</p>	<p><b>Недостатки:</b>                  Критические работы требуют максимального внимания.                  Не имеют временных резервов, следовательно могут увеличить или уменьшить всю продолжительность проекта.</p> <p><b>Достоинства:</b>                  Временной резерв вынесен в конец проекта.                  Неопределенность учитывается в защитных буферах.</p> <p><b>Недостатки:</b>                  Дата начала и окончания отдельных задач не принципиальны. Необходимо внимательно отслеживать состояние защитных буферов.</p>

В загородном строительстве актуален вопрос быстрого ввода в эксплуатацию. Можно осуществлять продажу коттеджей «под ключ» на готовых захватках, продолжая строительство на последующих захватках. Люди могут въезжать в готовые для проживания дома. Поэтому после рассмотрения методов организации строительного процесса, можно определить наиболее оптимальный метод организации для загородного строительства кот-

теджей. Это метод непрерывного освоения фронтов. Метод организации работ с непрерывным освоением фронтов работ наиболее целесообразен в тех случаях, когда требуется сократить время выполнения всех работ на каком-то фронте. Так как это позволит продавать, использовать законченные фронты и получать от них выгоду задолго до полного окончания строительства коттеджного поселка.

Литература:

1. Краснов, Д. М. Ленд-девелопмент — тенденции развития рынка загородной недвижимости. —/М.: Реал Пресс-медиа. 2010. с. 8—9.
2. Евсюков, Д. С. Разработка моделей объемно-календарного планирования в коттеджном строительстве. Санкт-Петербург. 2009. с.53.
3. Величкин, В. З. Определение рациональной очередности освоения частных фронтов при оптимизации качества организации работ // Современные способы организации строительством: межвуз. Темат. Сб. трудов. — Л: ЛИСИ. — 1986. — с.14—18.
4. Балабан И. С. Оптимизация поточной организации строительства по критерию минимальной себестоимости работ: Дисс.канд.техн. наук. — СПб., 1998, 250с.
5. Дадар, Алдын-Кыс Хунаевна. Развитие методологии сравнения методов организации работ по критерию минимума дополнительных затрат. Диссертация. 2000 СПбГАСУ.
6. Сергеевкова, О. А. Календарное планирование строительства комплекса объектов с учетом особенностей программных средств. Строительство уникальных зданий и сооружений. 7 (22). 2014. с. 176—193.
7. Афанасьев, В. А., Шишкин А. И. Методы организации работ в строительстве. Петрозаводск: ПГУ, 1983. — 112 с.
8. Дикман, Л. Г. Организация, планирование и управление строительным производством / Высшая школа. 2007. С.125—150.
9. Голдратт, Э. М. Критическая цепь. ТОО Центр. 2009
10. Котовская, М. А. Развитие календарного планирования поточного строительства на основе метода критической цепи и статического моделирования. СПбГАСУ. 2015. Диссертация.

## Методика расчета технико-экономических показателей пассивных систем солнечного отопления

Дусяров Акмал Саъдуллаевич, кандидат технических наук, доцент;  
Яхшибоев Шухрат Комилович, соискатель  
Каршинский инженерно-экономический институт (Узбекистан)

Постоянное возрастание объемов энергопотребления, истощение запасов ископаемого топлива и экологические проблемы, возникающие в результате его сжигания, ставят перед человечеством, наряду с рациональным и бережливым использованием традиционных топливно-энергетических ресурсов, задачу поиска, разработки и использования местных нетрадиционных возобновляемых источников энергии.

Из нетрадиционных возобновляемых энергетических ресурсов в условиях Республики Узбекистан наиболее перспективна солнечная энергия, энергетических потенциал которой составляет 98,5% возобновляемых источников энергии вместе взятых. [1,2].

Одной из наиболее подготовленных сфер широкомасштабного применения солнечной энергии в народном хо-

зяйстве нашей республики, как и во всем мире, — ее преобразование в низкопотенциальное тепло и использование последнего в качестве источника в системах теплоснабжения жилых зданий коммунально-бытовых объектов, являющихся основными потребителями тепла такого же температурного потенциала. Отметим, что для покрытия тепловых нужд населения и коммунально-бытового сектора ежегодно расходуется 50% ископаемого топлива [1] по Республике.

Мировой опыт по использованию солнечной тепловой энергии показывает, что одними из эффективных систем теплоснабжения низкотемпературных потребителей являются пассивные системы солнечного отопления, отличающиеся простотой, прежде всего, с точки зрения конструктивного решения.

В зависимости от принятой схемы подвода тепла в отапливаемое помещение различают три вида пассивной системы солнечного отопления: с непосредственным (т.е. при посредстве инсоляции), косвенным и изолированным восприятием и передачей тепла солнечного излучения [3].

В инсоляционных пассивных системах солнечного отопления солнечные лучи проникают в отапливаемые помещения через оконные проемы (обычно увеличенных размеров) и нагревают внутренние элементы помещения, которые становятся приемниками излучения и аккумуляторами тепла. Несмотря на высокую тепловую эффективность, следует отметить ряд недостатков, свойственных инсоляционным пассивным системам отопления — неустойчивость теплового режима, необходимость применения вспомогательных устройств, снижающих дополнительные теплотери в ночное время, тепловой и световой дискомфорт в дневное время.

При косвенном обогреве поток солнечного излучения непосредственно в помещения не проникает а поглощается приемниками излучения, защищенными светопрозрачными ограждениями которые являются, как правило аккумуляторами тепла.

Недостатком косвенных пассивных систем солнечного отопления является низкая тепловая эффективность, которая является следствием сравнительно больших теплотерь с наружной поверхности стены, совмещающей в себе функции приемника солнечного излучения и аккумулятора тепла с ограниченной интенсивностью передачи тепла от лучепоглощающей поверхности приемника излучения (аккумулятора тепла) в отапливаемое помещение.

Изолирование системы характеризуются тем, что тепло необходимое для поддержания в помещениях заданной температуры, воспринимается солнечными тепловыми коллекторами, размещенными за пределами здания и накапливается в аккумуляторах, которые также находятся вне отапливаемых помещений.

Существуют пассивные системы солнечного отопления, принцип действия которых основан на принципах действия как косвенных, так и изолированных систем. Солнечный тепловой коллектор, так и изолированных систем. Солнечный тепловой коллектор при этом размещен на южной вертикальной стене, а тепловой аккумулятор совмещен с перекрытием потолка и одновременно выполняет функцию радиатора панельно-лучистой системы отопления [1–3].

Недостатками изолированных пассивных систем солнечного отопления, как и косвенных, являются относительно низкая тепловая эффективность, обусловленная ограниченной интенсивностью передачи тепла от коллектора в аккумулятор и от аккумулятора в отапливаемое помещение потоком воздуха, циркулируемого под действием гравитационного давления, а также сложностями в эксплуатации, связанными с необходимостью размещения аккумулятора ниже уровня помещения, а коллектор еще ниже уровня аккумулятора, и потерь температурного на-

пора в элементах тепловой цепочки коллектор — аккумулятор тепла — отапливаемое помещение.

Указанные недостатки рассмотренных видов пассивных систем солнечного отопления в определенной степени могут быть устранены, если приемник солнечного коллектора и аккумулятор тепла совместить с отопительным прибором и установить последний внутри отапливаемого помещения возле светопроема. При такой компоновке и размещении элементов пассивной системы солнечного отопления тепловые потоки с поверхности приемника солнечного излучения аккумулятора тепла, не теряются в окружающую среду, а передаются в отапливаемое помещение как полезная энергия. Количество солнечного излучения, проникающего в отапливаемое помещение через его светопроем, может быть увеличено путем дополнительной подсветки его плоскими рефлекторами солнечного излучения, шарнирно соединенными с нижней частью рассматриваемого светопроема.

Эксплуатации таких систем показывает их несомненное преимущество по сравнению с другими типами пассивных систем солнечного отопления. Так фактический вклад солнечной энергии в годичном тепловом балансе объектов, имеющих пассивные системы солнечного отопления рассматриваемого типа, в климатических условиях штата Нью Мексика. США. ( $\varphi = 35^\circ$ ) составил более 75% [1,2].

Несомненно, представляет большой практический интерес определение фактических возможностей указанных систем в климатических условиях центральноазиатских республик. Актуальная для нашей республики, сводится к выбору рациональных конструктивных решений совмещения основных элементов инсоляционных пассивных систем солнечного отопления. Тепловой оптимизации их основных параметров и экспериментальной проверке достоверности результатов выполненных расчетно-оптимизационных исследований.

За последние 25–30 лет в мировой практике разработаны и апробированы многочисленные объекты с инсоляционными пассивными системами солнечного отопления. Однако, результаты исследований этих объектов не позволяют однозначно выбрать и рекомендовать для широкого применения какие-либо определенные системы или решения с наилучшими технико-экономическими показателями, что объясняется разнообразием технических решений, принятых при их создании и индивидуальным подходом разработчиков этих систем.

Технико-экономические анализы эффективности внедрения солнечных установок для отопления в общей постановке предусматривает решение следующих задач:

- определение предельно допустимых капитальных и эксплуатационных затрат на создание солнечной установки, при которых достигается положительный экономический эффект;
- определение доли покрытия тепловых потребностей объекта за счет солнечной энергии, при которой достигается максимальный экономический эффект.



Для ответа на вопрос об экономической целесообразности использования пассивной системы солнечного отопления необходимо будет решение следующих задач:

– выполнить расчет теплопроизводительности системы солнечного нагревателя в течение всего отопительного сезона (в этом важную роль играет точность определения климатических условий объекта строительства);

– определить затраты на вспомогательное отопление (использование традиционных источников энергии, дублеров, для отопления);

– предусмотреть комплексное использование элементов пассивной системы, в частности, как для нагревания внутреннего воздуха зимой, так и для охлаждения — летом (например, использование аккумуляторов тепла для охлаждения воздуха, а также двухслойных стен с вентилируемой прослойкой); комплексное использование пассивных систем солнечного отопления существенно повышает их экономическую эффективность [3].

Применительно к пассивным системам солнечного отопления, выбор конструктивного решения системы, при котором достигается наибольший экономический эффект, может быть также осуществлено по общеизвестной методике.

Основными показателями экономической эффективности солнечной установки является себестоимость  $C$ , капитальные затраты  $Z_k$ . При сравнении двух или нескольких вариантов систем солнечного отопления должны быть определены: срок окупаемости и годовой экономический эффект  $\mathcal{E}$ .

Годовой экономический эффект  $\mathcal{E}$  и затраты для получения этого эффекта  $Z$  связаны соотношением

$$\eta_s = \frac{\mathcal{E}}{Z}$$

где  $\eta_s$  — экономическая эффективность системы.

Приведенные затраты на систему рассчитываются по известной формуле

$$P_s = Z_s + H_0 \cdot Z_k$$

где  $Z_s$  — эксплуатационные затраты;

$Z_k$  — капитальные затраты;  $H_0$  — нормативный срок окупаемости.

Срок окупаемости системы солнечного отопления определяется по формуле

$$C_0 = \frac{Z_{k.c} - Z_{k.t}}{Z_{\mathcal{E}T} - Z_{\mathcal{E}C}}$$

где  $Z_{\mathcal{E}T}$  — эксплуатационные затраты на обычную традиционную систему отопления,

$Z_{\mathcal{E}C}$  — эксплуатационные затраты на солнечную систему отопления.

Среднегодовые эксплуатационные затраты на систему солнечного отопления составляют

$$\bar{Z}_{\mathcal{E}C} = 0,01 \cdot Z_{k.c} (A_1 + A_2 + A_3 + A_4)$$

где  $Z_{k.c}$  — капитальные затраты на систему солнечного отопления, которые включают пассивную и вспомогательную системы отопления;

$A_1, A_2, A_3$  — средневзвешенные проценты амортизации текущего ремонта и прочих расходов

$$A_1 = 5\%; A_2 = 1\%; A_3 = 2\%$$

$A_4$  — начисление на заработную плату,

$$A_4 = \frac{Z_n}{Z_{k.c}} \cdot 100\%$$

где  $Z_n$  — заработная плата обслуживающего персонала [4].

По методике расчета технико-экономических показателей систем солнечного отопления, можно выбрать рациональное конструктивное решение этих систем.

Практические расчеты значительного числа вариантов конструкций пассивных систем солнечного отопления показали, что существует оптимальное соотношение элементов пассивной системы, дающее наибольший тепловой эффект при минимальных затратах.

#### Литература:

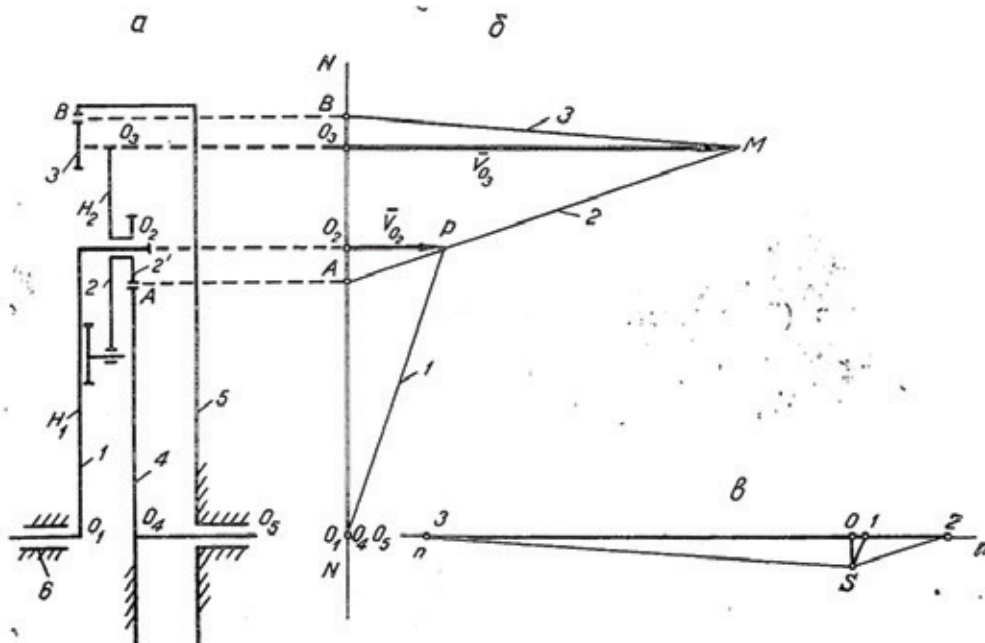
1. Зоколей, С. Солнечная энергия и строительство. — М.: Стройиздат, 1979. — с.209.
2. Мак-Вейг, Д. Применение солнечной энергии. — М.: Энергоатомиздат, 1981. — с.216
3. Р.Р. Аvezов, А.Ю. Орлов, Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент. изд. «Фан» 1988 г., ст. 276–279.
4. Павел, О. С., Фрид С. Е., Шпильрайн Э. Э. Экономические аспекты создания установок солнечного теплоснабжения //Изв.Энергетика и транспорт. 1983 № 5.ст. 147–151.

### Структура и кинематика планетарного механизма со ступенчатым сателлитом

Закирова Дилором Ахметовна, старший преподаватель  
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

В настоящей работе рассмотрим структуру и кинематику планетарного механизма со ступенчатым сателлитом (рисунок, а), состоящего из следующих подвижных и неподвижных звеньев, а также кинематических пар (1):

1 — водило, 2 — сателлит-водило, 3 — сателлит, 4,5 — неподвижные центральные колеса, 6 — стойка, три вращательные пары пятого класса



$P_5(H_1+6); P_5(H_1+H_2); P_5(3+H_2)$   
 две кинематические пары четвертого класса

$p_4(4+2'); p_4(3+5).$

Поскольку все звенья движутся в параллельных плоскостях, механизм считается плоским. Степень его подвижности определяется по известной структурной формуле П.Л. Чебышева (2).

$$W = 3n - 2p_5 - 1p_4 \tag{1}$$

Где  $n=3$  — число подвижных звеньев;  $p_5 = 3$  или  $p_4 = 2$  — число кинематических пар пятого и четвертого классов.

Подставив значения  $n, p_5$  и  $p_4$  в структурную формулу (1), получим  $W=1$ . Это значит, что для определения движения звеньев данного планетарного механизма необходимо задать движение одного звена, например, водила  $H_1$ , являющегося ведущим.

В работе (3) доказано, что структура планетарных механизмов с произвольной степенью подвижности может быть исследована по формуле

$$W = k_{c.b} + k_{c.c} - k_{n.з} \tag{2}$$

где  $k_{c.b}$ ,  $k_{c.c}$ ,  $k_{n.з}$  — количество самостоятельных водил, сателлитов, неподвижных звеньев, находящихся в зацеплении. Применительно к представленной кинематической схеме будем идти  $k_{c.b}=2, k_{c.c}=1, k_{n.з}=2$ , тогда  $W=1$ .

Рассмотрим кинематику планетарного механизма со ступенчатым сателлитом (схему определения линейных и угловых скоростей характерных точек механизма см. на рисунке, б).

Угловые скорости  $\omega_2$  и  $\omega_3$  (см. рисунок, а) можно найти аналитически с учетом векторных свойств радиусов сопряжения (4):

$$i_{42'} = \frac{\omega_4 - \omega H_1}{\omega_2 - \omega H_1} = \frac{-\omega H_1}{\omega_2 - \omega H_1} = -\frac{r_2'}{r_4} \tag{3}$$

где  $\omega_4 = 0$

Тогда угловая скорость  $\omega_2$  с учетом  $\omega_2 = \omega$  будет иметь вид

$$\omega_2 = \omega_{H1} \left(1 + \frac{r_4}{r_2'}\right) \tag{4}$$

Скорости точки  $O_3$  определим из подобия треугольников  $\Delta O_3MA \sim \Delta O_2PA$  (см. рисунок, б):

$$\frac{v_{O_2}}{O_3 A} = \frac{v_{O_2}}{O_3 A}, \text{ отсюда } v_{O_3} = \frac{O_3 A \cdot v_{O_3}}{O_2 A} \quad (5)$$

Подставив в (5) соответствующие значения, получим скорость точки

$$v_{O_3} = \frac{r_{2'} + r_{H_2}}{r_{2'}} \omega_{2'} i_{2'}, v_{O_3} = \omega_{2'} (r_{2'} + r_{H_2}) \quad (6)$$

Тогда угловая скорость  $\omega_3$  с учетом  $\omega_{2'} = \omega_2$  вычислится по формуле

Литература:

1. Усманходжаев, Х.Х. Теория механизмов и машин. На узб.яз. — Ташкент: Фан УзССР, 1981.
2. Артоболевский, И.И. Теория механизмов. — М.: Наука, 1965.
3. Файзиев, И.Х. Структурный анализ и синтез планетарных механизмов с произвольной степенью подвижности. Вопросы кибернетики и вычислительной математики. — Ташкент: Фан, 1968. № 20 — С.96–103.

$$\omega_3 = \frac{v_{O_3}}{r_3} = \omega_2 \left( \frac{r_{2'} + r_{H_2}}{r_3} \right) \quad (7)$$

Подставив значение (4) в (7), найдем общую формулу для определения угловой скорости спутника

$$\omega_3 = \omega_{H_1} \left( 1 + \frac{r_4}{r_{2'}} \right) \left( \frac{r_{H_2} + r_{2'}}{r_3} \right)$$

## Получение слоев функциональных материалов из жидкой фазы методами трехмерной печати<sup>1</sup>

Зырянов Роман Сергеевич, магистрант

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

*В данной статье рассматриваются основные методы прямой трехмерной печати, свойства чернил для печати и разработка установки для печати жидкими материалами на основе коллоидных растворов.*

**Ключевые слова:** *трехмерная печать, золь-гель технология, наночастицы, коллоидный раствор, коллоидные частицы, сенсоры.*

Возможность наносить материалы в трех измерениях имеет большое значение для таких направлений, как получение композиционных материалов, микрофлюидики, фотоники и тканевой инженерии. Использование методов трехмерной печати позволяет проектировать и изготавливать сложные трехмерные конструкции, без применения дорогостоящей литографии и штампов.

Широкое разнообразие материалов, форм и подчеркивает необходимость наличия гибкого метода формирования структур. Одним из примеров является изготовление трехмерных периодических структур, состоящих из коллоидных частиц [1, с. 51], полимеров [2–4], магнитных [5, с. 221] и полупроводниковых материалов [6, с. 251], в том числе и в области гибкой электроники [7–8]. Эти структуры могут найти применение в качестве сенсоров [9, с. 3], микрофлюидных систем, материалов с фотонной запрещенной зоной, волокон и устройств для доставки лекарств. Существует несколько стратегий для точной сборки трехмерных периодических массивов, а именно, осаждение из коллоидных растворов [10, с. 29],

стандартные литографические методы, элетроспиннинг и методы трехмерной печати. Из всех этих методов только последний подход обеспечивает достаточную гибкость в выборе материалов, низкую стоимость, и способность построить произвольную трехмерную структуру.

### 1. Методы прямой трехмерной печати

Техники прямой печати можно разделить на две большие подгруппы: капельные методы и непрерывные методы. К капельным методам относится струйная печать, а к непрерывным методам относятся робокастинг (англ. Robocasting), наплавление и нанесение при помощи микропера.

Методы прямой печати, такие как робокастинг, струйная печать, метод послойного наплавления и метод нанесения микропером можно использовать для получения трехмерных структур, используя методы трехмерной печати, которые включают в себя перемещение сопла по трем осям — X, Y и Z. Все эти методы являются

<sup>1</sup> Выражаю благодарность за руководство и консультативную помощь ассистенту Пермякову Никите Вадимовичу.

аддитивными технологиями, то есть технологиями послойного нанесения.

## 2. Состав чернил для прямой печати

Для методов прямой печати было разработано большое количество чернил: сильно снижающие вязкость под действием напряжения сдвига коллоидные суспензии, коллоидные гели, расплавы полимеров, разбавленные коллоидные жидкости, воски и концентрированные полиэлектролитные комплексы. Эти чернила затвердевают за счет испарения жидкости, гелеобразования или фазового перехода, происходящего за счет изменения температуры или состава. Путем тщательного контроля состава чернил, реологических свойств и параметров печати можно получать трехмерные структуры в виде непрерывного твердого тела, структуры с высоким аспектным отношением и структуры с перекрывающимися частями, которые содержат зазоры в нижних слоях, такие, как массив параллельных стержней, над которыми расположен еще ряд стержней, повернутых на 90 градусов. Последние структуры наиболее сложны в реализации, так как не должны прогибаться в местах без поддержки.

Чернила должны удовлетворять двум важным критериям. Первое, они должны проявлять контролируемый вязкоупругий ответ, то есть они должны протекать через сопло и затем сразу же усаживаться, чтобы облегчить сохранение формы нанесенных элементов, даже если они находятся в подвешенном состоянии или перекрывают зазоры в нижних слоях. Второе, чернила должны содержать большое количество наночастиц в объемной фракции, чтобы минимизировать сжатие, происходящее за счет высыхания. Эти критерии требуют тщательного контроля сил межчастичного взаимодействия, чтобы сначала получить высококонцентрированные стабильные суспензии с последующим переходом золь — гель [11, с. 226]. Широкое разнообразие материалов применимых в золь — гель технологии [12–16], которые можно использовать в различных методах прямой печати, позволяет охватить широкий круг задач в таких областях, как материаловедение, солнечная энергетика [17, с. 868], физика, биология, медицина [18, с. 40].

## 3. Установка для прямой печати на основе трехмерного принтера

Трехмерные принтеры, которые позволяют печатать широкий спектр механических конструкций становятся все более дешевыми и доступными. Рост популярности трехмерной печати во многом обусловлен интернет-ресурсам, где можно найти бесплатные модели для печати [19, с. 38], а также благодаря возможности конструировать необходимые объекты для лаборатории [20–22]. В то же время развиваются технологии печатной электроники, области электроники, занимающейся созданием электронных схем с помощью печатного оборудования,

которое позволяет наносить на поверхность плоской подложки специальные чернила, которые могут быть проводящие, полупроводниковые и диэлектрические, и, таким образом, формировать на поверхности активные и пассивные элементы. Эти две технологии были в значительной степени независимы, но их объединение открывает новые возможности для конструирования функциональных объектов на “личной фабрике”.

Prusa Mendel — представитель «RepRap» трехмерных принтеров, который можно собрать из деталей, находящихся в свободном доступе, болты и гайки в строительном магазине, шаговые двигатели — в магазине радиодеталей, экструдер — на торговых площадках в интернете.

Принтер Prusa Mendel изображен на рисунке 1. Несущая конструкция представляет собой раму, выполненную в форме треугольной призмы. Перемещение подвижных элементов осуществляется при помощи четырех шаговых двигателей. Подложка перемещается по оси  $u$  при помощи реечной передачи, а экструдер с соплом — по осям  $x$  и  $z$ . По оси  $x$ , аналогично оси  $u$ , перемещение осуществляется при помощи реечной передачи, а по оси  $z$  — при помощи винтовой передачи. Перемещение в плоскости  $XY$  происходит по направляющим, которые представляют собой штанги с диаметром сечения 8 мм. Четвертый шаговый двигатель отвечает за подачу прутка материала в сопло экструдера. Чтобы предотвратить поломки, на всех осях движения расположены концевые выключатели, при нажиме на которые шаговые двигатели, отвечающие за движение вдоль той оси, на которой расположен концевой выключатель, выключаются, и движение прекращается. Модель Prusa Mendel была выбрана из-за следующих качеств: простоты конструкции, а соответственно легкости замены деталей; открытого программного и аппаратного обеспечения; возможности простой модернизации.

Замене в принтере Prusa Mendel подлежал механизм подачи материала, экструдер, и сопло, из которого материал поступает непосредственно на рабочую поверхность. Было решено использовать шприцевой дозатор, так как эта система наиболее проста в эксплуатации и легко масштабируема.

В качестве двигателя решено было использовать шаговый двигатель, т.к. нагрузка на вал небольшая, у него высокая точность шага и небольшая стоимость. Также в оригинальном экструдере использовался точно такой же шаговый двигатель для подачи прутка, это обеспечило простоту подключения к управляющему микроконтроллеру Arduino; двигатель подключается в тот же разъем, что и предыдущий. Перемещение поршня шприца осуществляется винтовой передачей, которая преобразует вращательное движение в поступательное. Вал двигателя соединяется с шпилькой при помощи гибкой муфты, для предотвращения заклинивания двигателя. Подвижная часть, которая производит давление на шприц, двигается вдоль направляющих, являющихся штангами с диаметром поперечного сечения 8 мм. Для уменьшения трения

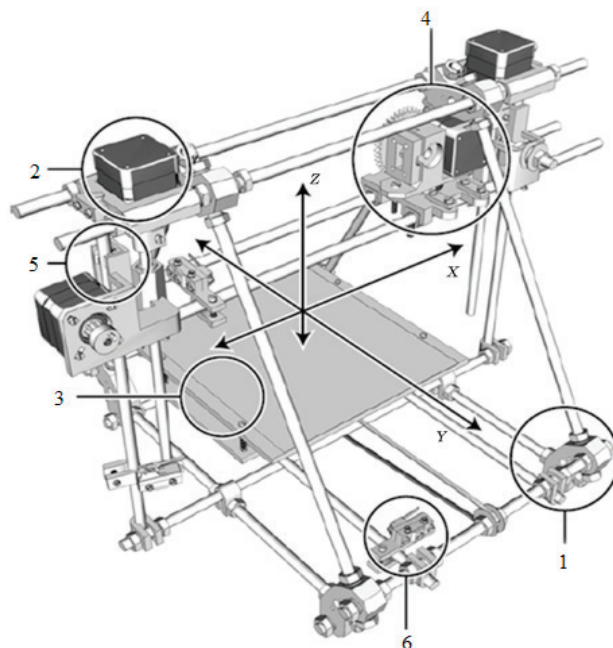


Рис. 1. Трехмерный принтер Prusa Mendel. 1 — рама, 2 — шаговый двигатель, 3 — подложка, 4 — экструдер, 5 — направляющие, 6 — концевые выключатели

использовались линейные подшипники. В качестве сопла использовались иглы с различными диаметрами 0,4 и 0,8 мм.

#### 4. Тестирование работы шприцевого дозатора

Для тестирования шприцевого дозатора использовалась гуашь, так как у нее высокая вязкость, это исключало растекание по поверхности. На рисунке 2 представлены нанесенные слои гуаши на миллиметровую бумагу, которая была жестко закреплена на рабочей поверхности принтера. Печать проводилась иглой с диаметром 0,4 мм, скорость перемещения иглы была установлена равной 10 мм/с.

Также проводилась печать коллоидным раствором селенида цинка, легированного марганцем, этот раствор можно использовать в качестве чернил для печати люминесцентных композитов на основе квантовых точек вместо классического раствора селенида кадмия, из соображений токсичности [23, с. 86]. Водный коллоидный

раствор селенида цинка, легированного марганцем, наносился на стеклянную подложку. Каждый слой после нанесения высыхал в течении 160 секунд при температуре подложки 40 градусов по Цельсию, далее наносился следующий. Всего было нанесено 60 слоев. На рисунке 3 представлен рельеф поверхности, полученный с помощью АСМ (ИНТЕГРА ТЕРМА, НТ-МДТ), в полуконтактном режиме [24, с. 17].

Коллоидный раствор ZnSe, легированного Mn, наносился на площадь 64 мм<sup>2</sup>, объем нанесенного материала составлял 1000 мм<sup>3</sup>.

Чернила на основе коллоидных частиц серебра можно применять для печати разводки, реконфигурируемых антенн, меток радиочастотной идентификации.

Водный раствор коллоидных частиц серебра наносился на стеклянную подложку, всего было нанесено 30 слоев. Между каждым слоем была минутная пауза, чтобы предыдущий слой успевал засохнуть, скорость движения сопла составляла 5 мм/с. На рисунке 4 представлен рельеф поверхности образца Ag, полученного с помощью АСМ.

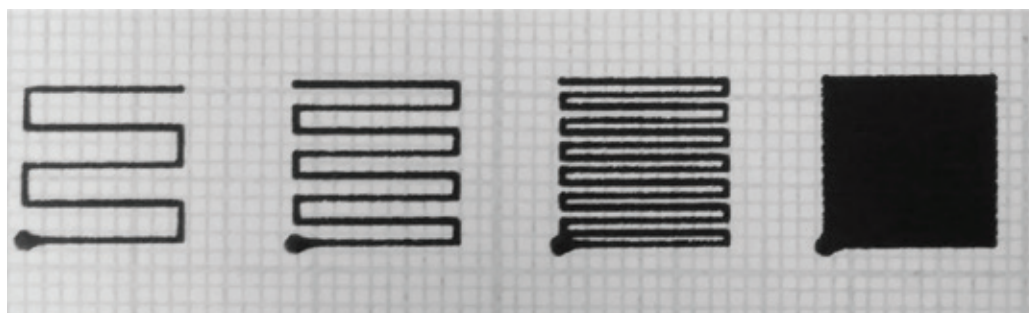


Рис. 2. Результат печати по различным шаблонам

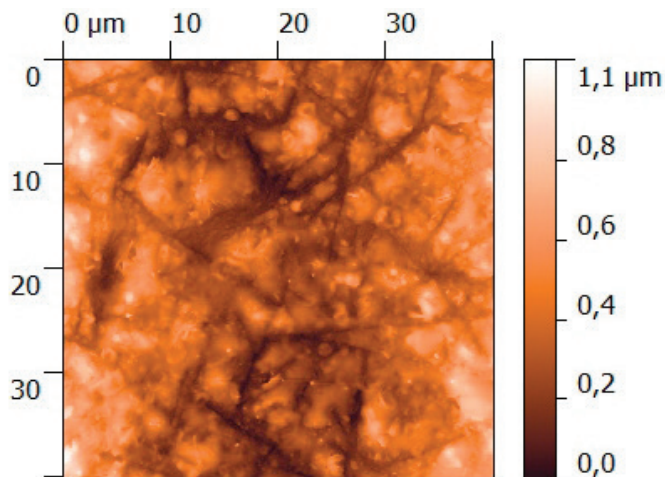


Рис. 3. Центр образца ZnSe. Изображение получено с помощью АСМ

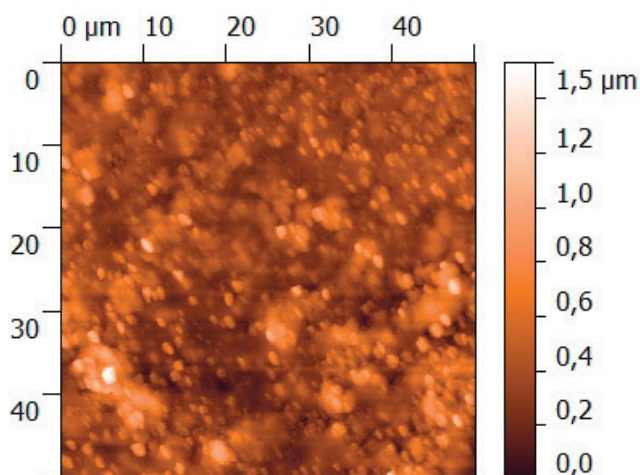


Рис. 4. Образец, полученный нанесением коллоидного раствора Ag, изображение получено с помощью АСМ

Слои были нанесены на площадь 64 мм<sup>2</sup>. Объем коллоидного раствора серебра был 500 мм<sup>3</sup>.

Основными достоинства метода нанесения, рассмотренного в данной работе, являются автоматически процесс нанесения, не требующий вмешательства человека извне, и скорость нанесения. Если требуется получить толстый слой

материала, например, 1 мм, то такие методы как центрифугирование или осаждение частиц в растворе не подходят для этого, так как занимают большое количество времени.

Синтез коллоидных квантовых точек финансировался из средств гранта Российского научного фонда (проект № 14–15–00324).

#### Литература:

1. Van Blaaderen A., Ruel R., Wiltzius P. Template-directed colloidal crystallization // Nature. — 1997. — Т. 385. — № . 6614. — с. 321–324.
2. Cumpston, B. H. et al. Two-photon polymerization initiators for three-dimensional optical data storage and microfabrication // Nature. — 1999. — Т. 398. — № . 6722. — с. 51–54.
3. Campbell, M. et al. Fabrication of photonic crystals for the visible spectrum by holographic lithography // Nature. — 2000. — Т. 404. — № . 6773. — с. 53–56.
4. Gratson, G. M., Xu M., Lewis J. A. Microperiodic structures: Direct writing of three-dimensional webs // Nature. — 2004. — Т. 428. — № . 6981. — с. 386–386.
5. Kharitonovskii, P. V., Gareev K. G., Ionin S. A., et. al. Microstructure and magnetic state of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>–SiO<sub>2</sub> colloidal particles // Journal of Magnetism. — 2015. — № 3. — с. 221–228.
6. Lin, S. et al. A three-dimensional photonic crystal operating at infrared wavelengths // Nature. — 1998. — Т. 394. — № . 6690. — с. 251–253.

7. Vatani, M., Engeberg E. D., Choi J. W. Detection of the position, direction and speed of sliding contact with a multi-layer compliant tactile sensor fabricated using direct-print technology // Smart Materials and Structures. — 2014. — Т. 23. — № 9. — с. 95008.
8. 13. Street R. A. et al. Jet printing flexible displays // Materials Today. — 2006. — Т. 9. — № 4. — с. 32–37.
9. Мусихин, С. Ф., Александрова О. А., Лучинин В. В. и др. Сенсоры на основе металлических и полупроводниковых коллоидных наночастиц для биомедицины и экологии // Биотехносфера. — 2013. — № 2(26). — с. 2–16.
10. Александрова, О. А., Алешин А. Н., Белорус А. О. и др. Новые наноматериалы. Синтез. Диагностика. Моделирование: лаб. практикум. / Под ред. Мошников В. А., Александрова О. А. — СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — 2015. — 248 с.
11. Мошников, В. А., Таиров Ю. М., Хамова Т. В., Шилова О. А. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов: учеб. пособие. СПб.: Издательство «Лань». — 2013. — 295 с.
12. Гареев, К. Г., Лучинин В. В., Мошников В. А. Магнитные наноматериалы, получаемые химическими методами // Биотехносфера. — 2013. — № 5(29). — с. 2–13.
13. Гареев, К. Г., Кононова И. Е., Синтез и исследование коллоидных растворов наночастиц магнетита // Наноматериалы и наноструктуры — XXI век. — 2013. — Т. 4. — № 4. — с. 30–36.
14. Aleksandrova, O. A., Mazing D. S., Matyushkin L. B., et, al. Features of colloidal quantum dots synthesis in nonpolar and aqueous media // Smart Nanocomposites. — 2014. — Т. 5. — № 2. — с. 1–10.
15. Александрова, О. А., Максимов А. И., Мараева Е. В. и др. Синтез и самоорганизация квантовых точек сульфида свинца для люминесцентных структур, полученных методом испарения коллоидного раствора // Нано- и микросистемная техника. — 2013. — № 2. — с. 19–23.
16. Pronin, I. A., Averin I. A., Yakushova N. D. et. al. Theoretical and experimental investigations of ethanol vapour sensitive properties of junctions composed from produced by sol-gel technology pure and fe modified nanostructured zno thin films // Sensors and Actuators A: Physical. — 2014. — Т. 206. — с. 88–96.
17. Пронин, И. А., Донкова Б. В., Димитров Д. Ц. и др. Взаимосвязь фотокаталитических и фотолюминесцентных свойств оксида цинка, легированного медью и марганцем // Физика и техника полупроводников. — 2014. — Т. 48. — № 7. — с. 868–874.
18. Мусихин, С. Ф., Александрова О. А., Лучинин В. В., и др. Полупроводниковые коллоидные наночастицы в биологии и медицине // Биотехносфера. — 2012. — № 5–6. — с. 40–48.
19. Матюшкин, Л. Б., Пермяков Н. В. Применение технологии 3D-печати в обеспечении профессионально ориентированной подготовки кадров в интересах nanoиндустрии // Биотехносфера. — 2013. — № 3. — с. 38–47.
20. Пермяков, Н. В., Белорус А. О., Туленин С. С. и др. Инертные держатели для синтеза полупроводниковых пленок // Новости материаловедения. Наука и техника. — 2015. — № 2. — с. 28–30.
21. Матюшкин, Л. Б., Пермяков Н. В. Модуль механического позиционирования твердых и жидких образцов для измерения спектров фотолюминесценции // Новости материаловедения. Наука и техника. — 2015. — № 2. — с. 40–42.
22. Воробьев, Д. М., Пермяков Н. В. Установка для измерения газочувствительных слоев методом спектроскопии импеданса // Молодой ученый. — 2014. — № 8. — с. 15–22.
23. Дробинцева, А. О., Матюшкин Л. Б., Александрова О. А. и др. Цитотоксичность коллоидных квантовых точек CdSe, ZnSe: Mn и их влияние на морфологию клеток // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Физико-математические науки. — 2015. — № 3(225). — с. 86–95.
24. Мошников, В. А., Спивак Ю. М., Алексеев П. А., Пермяков Н. В. Атомно-силовая микроскопия для исследования наноструктурированных материалов и приборных структур: учеб. пособие. СПб.: Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ». — 2014. — 144 с.

## Защита от коррозии линейной части магистральных нефтегазовых проводов

Каландаров Наврузбек Олимбаевич, ассистент;  
 Камолов Аброр Каххорович, бакалавр  
 Бухарский инженерно-технологический институт (Узбекистан)

Гойибова Дилфуза Фарходовна, ассистент  
 Бухарский политехнический колледж (Узбекистан).

Коррозией называют процесс разрушения металлов при химическом, электрохимическом и биохимическом взаимодействии их с окружающей средой. Коррозия металлов классифицируется по механизму и условиям

протекания процесса и характеру коррозионного разрушения.

По механизму протекания процесса различают химическую, электрохимическую и биохимическую коррозию.

Химическая коррозия - взаимодействие металла и коррозионной среды, при котором окисление металла и восстановление окисленного компонента коррозионной среды протекают в одном акте. Это процесс, протекающий за счет гетерогенной химической реакции.

Электрохимическая коррозия — взаимодействие металла с коррозионной средой (раствором электролита), при котором окисление металла и восстановление окисленного компонента коррозионной среды (деполяризатора) протекают не в одном акте. При этом виде коррозии одновременного протекают две реакции — окисления и восстановления, локализованные на определенных участках поверхности корродирующего металла. При электрохимической коррозии процесс растворения металла сопровождается появлением электрического тока, передвижением электронов по поверхности металла и ионов в растворе электролита от одного участка к другому.

По условиям протекания к этому виду коррозии относятся:

- атмосферная коррозия во влажной газовой или воздушной атмосфере;
- коррозия в электролитах — жидкостях, проводящих электрический ток;
- почвенная или подземная металлических сооружений, находящихся под землей;
- электрокоррозия под действием внешнего источника тока, коррозия изделий, находящихся под землей, вызванная блуждающими токами;
- контактная коррозия металлов — разрушение металла в растворе электролита вследствие контакта с другим металлом, имеющим более положительный электродный потенциал, чем потенциал основного металла.

Основной причиной коррозии металлов является их термодинамическая неустойчивость. Стремление металлов переходить из металлического состояния в ионное для разных металлов неодинаково и наиболее точно может быть охарактеризовано изменением свободной энергии при протекании соответствующей реакции окисления в данной среде. Известно, что при самопроизвольном процессе свободная энергия может только убывать. Следовательно, если в данных условиях при переходе из металлического состояния в ионное наблюдается уменьшение свободной энергии, то коррозионный процесс может протекать самопроизвольно.

Термодинамически устойчивые металлы в природе, как правило, находятся в самородном состоянии. Это — благородные металлы. Все технически важные металлы — неблагородные. В природе они встречаются в виде руд и солей, в окисленном состоянии. Термодинамическая устойчивость металлов дает приближенную оценку коррозионной стойкости металлов.

При электрохимической коррозии изменение свободной энергии можно выразить следующим образом:

$$\Delta G = -nFV$$

Где:  $\Delta G$  — изменение свободной энергии, кДж/моль;  $E$  - ЭДС гальванической системы, В;  $n$  - степен окисления металла;  $F$  - число Фарадея. Электрохимическая коррозия возможна, если  $\Delta G < 0$ , т.е. изменение свободной энергии имеет отрицательное значение, следовательно, если электродный потенциал металла имеет более отрицательное значение по сравнению с потенциалом деполяризатора.

Принципиальная возможность протекания процесса электрохимической коррозии металла определяется соотношением обратимого потенциала металла  $(E_a)_{обр}$  и обратимого потенциала катодного процесса  $(E_k)_{обр}$  в данных условиях.

$$E_m = (E_k)_{обр} - (E_a)_{обр}$$

Для электрохимического растворения металла необходимо присутствие в электролите окислителя — деполяризатора, значения обратимого окислительного — восстановительного потенциала которого должно быть более положительно, чем значение обратимого потенциала металла в данных условиях.

Таким образом, о способности или неспособности металла к коррозии можно судить по величине его стандартного потенциала. Однако термодинамические данные определяют только возможность протекания коррозионного процесса, но не реальную скорость коррозии. Большие отрицательные значения потенциалов не всегда свидетельствуют о высокой скорости коррозии.

Электрохимическая защита является способом противокоррозионной защиты металлических материалов, основанным на снижении скорости их коррозии путем смещения потенциала до значений, соответствующих крайне низким скоростям растворения. Сущность метода состоит в уменьшении скорости электрохимической коррозии металла при поляризации электрода от источника постоянного тока или при контакте с добавочным электродом, являющимся анодом по отношению к корродирующей системе. Потенциал поверхности металла в этом случае сдвигается в сторону отрицательных значений за счет подвода электронов (рис. 1). В результате атомы железа не переходят в раствор в виде положительно заряженных ионов, а  $pH$  электролита, контактирующего непосредственно с металлом, смещается в щелочную область. Благодаря высокому  $pH$  на защищаемую поверхность осаждаются гидроксид магния, карбонаты кальция и магния, образуя пленку, подобную накипи. Эта пленка экранирует металлическую поверхность и затрудняет диффузию кислорода. Таким образом, к металлической поверхности извне должен подводиться постоянный электрический ток. Этот ток может идти от гальванического элемента или выпрямителя, отрицательный полюс которых связан с защищаемым элементом, а положительный полюс — с анодом. Плотность защитного тока зависит от толщины осаждаемой пленки и может уменьшаться по мере её роста.



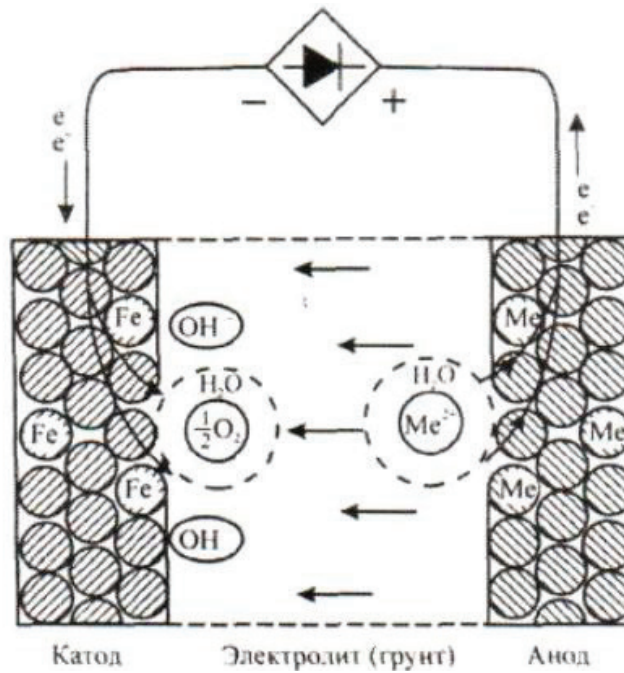


Рис. 1. Принцип действия катодной защиты

Электрохимическую защиту применяют в том случае, если потенциал свободной коррозии конструкционного материала располагается в области активного раство-

рения  $E_1$  или пере пассивации  $E_2$ , т.е. материал растворяется с высокой скоростью.

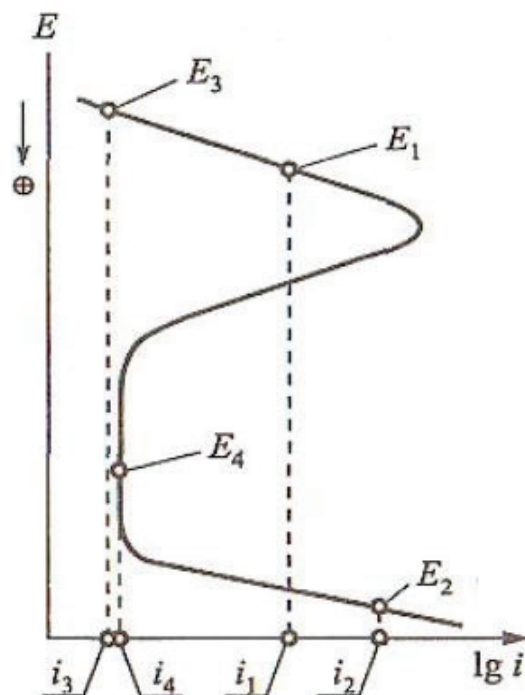


Рис. 2. Способы снижения скорости растворения металлов при электрохимической защите

При катодной защите снижение скорости растворения металла происходит вследствие смещения потенциала в область значений, более отрицательных по сравнению с потенциалом свободной коррозии. Например, если потенциал свободной коррозии  $E$  металла располагается в области ак-

тивного растворения (скорость растворения  $i_1$ ), то сдвиг потенциала в отрицательную сторону до значения  $E_3$  приводит к снижению скорости растворения до величины  $i_3$ , оказывающейся ниже  $i_1$  (см. рис-2). Аналогичное снижение скорости растворения металла происходит и в случае, когда

потенциал свободной коррозии  $E_2$  металла располагается в области пере пассивации. При смещении потенциала в отрицательную сторону до величины  $E_4$  скорость растворения снижается до  $i_4$ . Различие заключается в том, что в первом случае снижение скорости растворения металла достигнуто без изменения характера его растворения — металл остался в активном состоянии. Во втором случае скорость растворения снизилась вследствие перехода металла из активного в пассивное состояние.

Литература:

1. Г. Н. Мальцаева. Коррозия и защита оборудования от коррозии Учебное пособие. Пенза-2001 г. Изд: Пензенский государственный университет. 211 с.
2. Н. К. Кофанова. Коррозия и защита металлов. Учебное пособие. Для студентов технических специальностей. Алчевск — 2003, 181 с.
3. И. Я. Клинов Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. — М.: Машиностроение, 1967. — 468 с.

При анодной защите потенциал защищаемой конструкции смещают в область, более положительную по отношению к  $E_{кор}$ . При этом происходит переход металла из активного в пассивное состояние. Так, если потенциал свободной коррозии  $E_1$  металла располагается в активной области и соответствующая ему скорость растворения равна  $i_1$ , то при его смещении в положительную сторону до значения  $E_4$  скорость растворения снижается до величины  $i_4$ .

## Совершенствование расчета касательных напряжений в дорожных конструкциях. Часть 1. Модификация критерия Писаренко-Лебедева и его применение при расчете касательных напряжений

Калинин Александр Львович, преподаватель  
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия

*Предложен способ модификации критериев прочности твердых тел, состоящий в их преобразовании в условия пластичности, которые могут применяться для расчета материалов и грунтов дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Суть предлагаемого способа состоит в подстановке в критерий прочности твердого тела зависимости, связывающей пределы прочности на сжатие и растяжение с параметрами предельной прямой Кулона-Мора. В результате такой модификации параметрами материала в усовершенствованном критерии являются сцепление и угол внутреннего трения. Используя модифицированный критерий Писаренко-Лебедева выполнен расчет касательных напряжений по глубине грунтового полупространства в сечении по оси симметрии нагрузки. Результаты этого расчета даны наглядно в виде эпюр.*

**Ключевые слова:** критерий прочности, условие пластичности, главное напряжение, грунт, земляное полотно.

Сопротивление грунтов земляного полотна, а так же дискретных и монолитных материалов дорожной одежды, обуславливает величину, накапливаемой ими пластической деформации [1–5]. Учитывая то, что глубина неровности на поверхности покрытия дорожной одежды обусловлена пластическими деформациями материалов и грунтов дорожной конструкции [6] можно делать вывод о влиянии сопротивления сдвигу на равность покрытий автомобильных дорог. Так как специалисты дорожной отрасли единодушны во мнении, что допускаемая глубина продольных неровностей и колеи должна ограничиваться несколькими миллиметрами (в основном 4–30 мм) [7, 8], то обеспечение сопротивления сдвигу в материалах и грунтах дорожных конструкций является актуальной задачей.

Условия пластичности, применяемые для расчета грунтов и материалов по сопротивлению сдвигу можно условно подразделить три большие группы [1]:

- Аналитические, получаемые применением методов механики сплошной среды [1, 9, 10].
- Эмпирические, получаемые учетом экспериментальных данных при модификации аналитических условий [1, 11–16].
- Условия, учитывающие повреждения в структуре, монолитных материалов, полученные модификацией аналитических и эмпирических критериев сплошной среды [17, 18].

Аналитические условия пластичности, применяемые для расчета грунтов и материалов по критерию сопротивления сдвигу, приведены в табл. 1, составленной по материалам работ [1, 11–16].

Таблица 1. Аналитические условия пластичности дискретных материалов [1, 11–16]

Наименование условия	Математическое выражение
Кулона-Мора	$\frac{1}{\cos\varphi} \cdot \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} - \operatorname{tg}\varphi \cdot \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = c$
где $\sigma_1$ и $\sigma_3$ — максимальное и минимальное главные напряжения, Па; $\varphi$ — угол внутреннего трения, град. или радиан; $c$ — сцепление, Па.	
Друкера-Прагера	$\sqrt{J_2} - a \cdot I_1 - k = 0$ ; $a = \frac{2 \cdot \sin\varphi}{\sqrt{3} \cdot (3 \pm \sin\varphi)}$ ; $k = \frac{6 \cdot c \cdot \cos\varphi}{\sqrt{3} \cdot (3 \pm \sin\varphi)}$ .
где $J_2$ — второй инвариант девиатора напряжений, Па <sup>2</sup> ; $I_1$ — первый инвариант тензора напряжений, Па; $a$ и $k$ — параметры прочности, связанные с параметрами условия Кулона-Мора.	
Ладе-Дункана	$I_1^3 - k_{L-D} \cdot I_3 = 0$ или $I_1^3 / I_3 = k_{L-D}$ $k_{L-D} = \frac{(3 - \sin\varphi)^3}{(1 - \sin\varphi) \cdot \cos^2\varphi}$ ; При $\varphi=0$ $k_{L-D}=27$
где $k_{L-D}$ — безразмерный параметр прочности грунта, связанный с углом внутреннего трения; $I_3$ — третий инвариант тензора напряжений, Па <sup>3</sup> .	
Матсуока-Накаи	$I_1 \cdot  I_2  - k_{M-N} \cdot I_3 = 0$ или $I_1 \cdot  I_2  / I_3 = k_{M-N}$ $k_{M-N} = \frac{9 - \sin^2\varphi}{1 - \sin^2\varphi}$ ; При $\varphi=0$ $k_{M-N}=9$
где $I_2$ — второй инвариант тензора напряжений, значение которого принимается по модулю, то есть положительным, Па <sup>2</sup> ; $k_{M-N}$ — безразмерный параметр прочности грунта, связанный с углом внутреннего трения.	

Эмпирические условия пластичности анализируются в работах [1, 11, 13, 14], в которых показано, что эти условия могут быть применены вместо традиционного критерия Кулона-Мора при расчете грунтов и материалов дорожных по критерию сопротивления сдвигу. Этот вывод следует из того, что касательные напряжения по эмпирическим критериям больше, чем по условию пластичности Кулона-Мора. Вследствие этого срок службы дорожной одежды запроектированной по эмпирическому критерию больше, чем по оригинальному условию пластичности Кулона-Мора, а значит, наилучшим образом соответствует результатам диагностики дорог, которые показывают, что накопление покрытием предельных неровностей происходит гораздо быстрее, чем наступает предельное состояние по критерию Кулона-Мора.

Расширить базу эмпирических условий пластичности можно модификацией критериев порочности твердых сплошных тел. Для этой модификации можно воспользоваться формулами, связывающими пределы прочности на одноосное сжатие и растяжения с углом внутреннего трения и сцеплением. В этом случае после подстановки таких формул в оригинальный критерий прочности, он модифицируется путем замены пределов прочности на сцепление и угол внутреннего трения. Геометрический смысл такой модификации состоит в переходе от построения кругов Мора в плане  $s_{сж} - s_p$  (нормальное напряжение сжатия — нормальное напряжения растяжения) к построению кругов предельных напряжений в  $t - s$  плане (максимальное касательное напряжение — нормальное напряжение, которое пер-

пендикулярно площадке с максимальным касательным напряжением).

Выполнив анализ условия Друкера — Прагера, записанного для сжатия и растяжения, можно прийти к выводу, что пределы прочности на одноосное сжатие и растяжение определяются по формулам [10–12]:

$$R_{сж} = \frac{2 \cdot c \cdot \cos\varphi}{1 - \sin\varphi}, R_{ср} = \frac{6 \cdot c \cdot \cos\varphi}{3 - \sin\varphi} \quad (1)$$

В качестве модифицируемого критерия прочности примем оригинальный критерий Писаренко — Лебедева, который в оригинальном виде записывается уравнением [19, 20]:

$$\left(1 - \frac{R_\delta}{R_n}\right) \cdot \sigma_1 + \frac{R_\delta}{R_n} \cdot \sigma_\varepsilon = R_\delta, \quad (2)$$

где  $s_n$  — интенсивность нормальных напряжений, Па.

При расчете дорожных конструкций считается, что в сечении по оси симметрии нагрузки  $s_2 = s_3$ . Учитывая это равенство и подставив в зависимость (2) формулы (1), после преобразований получим модифицированный критерий, предельное состояние которого определяется уравнением

$$\left(\sigma_1 - \frac{3 \cdot (1 - \sin\varphi)}{3 - \sin\varphi} \cdot \sigma_3\right) \cdot \frac{1 - \sin\varphi}{2 \cdot \cos\varphi} = c \quad (3)$$

В этом уравнении касательное напряжение записано в левой части, а правая часть уравнения (3) представляет собой прочностную характеристику, то есть сопро-

тивление сдвигу. Анализируя левые части предлагаемого критерия (3) и оригинального условия Кулона-Мора можно убедиться, что касательные напряжения в уравнении (3) больше, чем по критерию Кулона-Мора. Это справедливо для всех значений углов внутреннего трения, за исключением случая  $j=0$ . В том случае  $j=0$ , уравнение (3) также как и оригинальный критерий Кулона — Мора вырождаются в третью теорию прочности, предельное состояние которой записывается уравнением:

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = c \cdot \sigma_1 - \sigma_3 = 2 \cdot c \tag{4}$$

Для расчета касательных напряжений по модифицированному условию пластичности (3) необходимо выполнить расчет максимального и минимального главных напряжений, которые непрерывно уменьшаются по глубине. В настоящее время для расчета напряжений в зернистых (дискретных) материалах и грунтах применяют формулы, полученные на основе методов механики сплошной или зернистой среды, а так же использованием инженерных методов расчета.

Анализ формул механики сплошной среды, выполненный в работах [1, 21] выявляет их недостатки, которые сдерживают их применение. Поэтому для расчета минимального главного напряжения автор воспользуется способом, найденным в работах [22, 23]. Суть этого метода состоит в том, что минимальное главное напряжение  $s_3$  определяют произведением трех функций: максимального главного напряжения  $s_1$ , коэффициента бокового

давления  $\alpha$  и специальной функции глубина  $a$ , называемой коэффициентом, характеризующим степень бокового расширения. Таким образом, расчет минимального главного напряжения выполняется по формуле

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \alpha \cdot \xi \cdot \sigma_1 \tag{5}$$

Формула для определения представляет собой функцию глубины, в которой параметром, изменяемым по глубине является коэффициент затухания (уменьшения) вертикального напряжения от равномерной нагрузки под осью ее симметрии формуле [23]:

$$\alpha = 1 - \sqrt{1 - K^2} \tag{6}$$

где  $K$  — коэффициент затухания (уменьшения) вертикального напряжения от равномерной нагрузки под осью ее симметрии.

Коэффициент бокового давления может быть определен через коэффициент Пуассона [1] или угол внутреннего трения [24].

При расчете коэффициента бокового давления через коэффициент Пуассона зависимость (5) с учетом формулы (5) примет вид:

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \left(1 - \sqrt{1 - K^2}\right) \cdot \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot \sigma_1 \tag{7}$$

Для расчета коэффициента бокового давления через угол внутреннего трения можно воспользоваться материалами работ [1, 14, 24], в которых выполнено обобщение и анализ таких формул. Эти формулы приведены автором в табл. 2.

Таблица 2. Расчет коэффициента бокового давления через угол внутреннего трения

Автор формулы	Математическая запись
Г. И. Покровский	$\xi = 1 - 0,74 \cdot \operatorname{tg} \varphi - 1,52 / p_z$
Ж. Биарез	$\xi = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$
Ж. Жаки	$\xi = \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \sin \varphi\right) \cdot \left(\frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}\right)$
	$1 - \sin \varphi \leq \xi \leq \frac{1 - \sin \varphi}{\cos \varphi}$
Жаки-Михайловский	$\xi = (1 - \sin \varphi) \cdot \frac{1 + \frac{2}{3} \cdot \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$
Брукер-Иреланд	$\xi = 0,95 - \sin \varphi$
М. Д. Болтон	$\xi = \frac{1 - \sin(\varphi - 11,5)}{1 + \sin(\varphi - 11,5)}$

Примем зависимость (7) и модифицируем различные модели расчета главных напряжений. Представив максимальное главное напряжение произведением давления,

передаваемого дорожной одеждой на земляное полотно и коэффициентом его затухания по глубине, являющимся функцией, получим формулу:

$$\sigma_2 = \sigma_3 = \left(1 - \sqrt{1 - K^2}\right) \cdot \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot \delta \cdot K \quad (8)$$

В таблице 3 приведены модифицированные модели А. Лява, М.И. Якунина и распределяющей способности, заимствованные автором из работ [25–27].

Таблица 3. Модифицированные модели для расчета главных напряжений от нагрузки, распределенной по гибко круглой площадке

Автор оригинального решения	Формулы модифицированной модели
1	2
А. Ляв	$\sigma_1 = \delta \cdot \left[ 1 - \left( 1 + \left( \frac{D}{2 \cdot z} \right)^2 \right)^{-1,5} \right]$
1	2
А. Ляв	$\sigma_3 = \frac{\delta \cdot \mu}{1 - \mu} \cdot \left[ 1 - \left( 1 + \left( \frac{D}{2 \cdot z} \right)^2 \right)^{-1,5} \right] \left[ 1 - \sqrt{1 - \left[ 1 - \left( 1 + \left( \frac{D}{2 \cdot z} \right)^2 \right)^{-1,5} \right]^2} \right]$
где $D$ — Диаметр круглой площадки, по поверхности которой распределена нагрузка, м; $z$ — глубина, определяемая расстоянием от поверхности до рассматриваемой точки, м.	
М. И. Якунин [18]	$\sigma_1 = \delta \cdot \left( 1 + a \cdot \left( \frac{z}{D} \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{н\acute{e}}}}{A_{\text{и\acute{н}}}}} \right)^2 \right)^{-1}$
	$\sigma_3 = \frac{\delta \cdot \mu}{1 - \mu} \left( 1 + a \cdot \left( \frac{z}{D} \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{н\acute{е}}}}{A_{\text{и\acute{н}}}}} \right)^2 \right)^{-1} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( 1 + a \cdot \left( \frac{z}{D} \cdot \sqrt{\frac{A_{\text{н\acute{е}}}}{A_{\text{и\acute{н}}}}} \right)^2 \right)^{-2}} \right)$
где $a$ — коэффициент концентрации, принимаемый равным 1 (для нежестких дорожных одежд) или 2,5 (для упругих изотропных тел); $c$ — показатель степени радикала, обычно принимаемый равным 2,5 или 3; $E_{\text{сл}}$ и $E_{\text{осн}}$ — соответственно модуль упругости материала слоя и модуль упругости подстилающего основания, Па.	
Модель распределяющей способности [19]	$\sigma_1 = p_0 \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \text{tg} \alpha_\sigma \right)^{-2}$
	$\sigma_3 = p_0 \cdot \left( 1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \text{tg} \alpha_\sigma \right)^{-2} \cdot \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( 1 + \frac{2 \cdot Z}{D_0} \cdot \text{tg} \alpha_\sigma \right)^{-4}} \right)$
где $\alpha_\sigma$ — угол рассеивания напряжения (иногда называют углом распределения давлений), град.	

Выполнив подстановку формул таблицы 3 в предлагаемое модифицированное условие пластичности (3), выполним вычисление касательных напряжений, которые можно использовать при проектировании дорожных одежд. Результаты расчетов касательных напряжений приведены в виде эпюр на рисунках 1–3.

Из анализируемых результатов расчета касательных напряжений, следует:

1. Независимо от принятой модифицированной модели расчета главных напряжений (см табл. 3) с увеличением угла внутреннего трения значение касательного напряжения уменьшается.

2. Величина угла внутреннего трения оказывает влияние на глубину расположения точки с максимальным касательным напряжением. Таким образом, от величины угла внутреннего трения зависит местоположение наиболее опасной точки и величина касательного напряжения в ней.

3. При расчете главных напряжений по модифицированным моделям М.И. Якунина и распределяющей способности на местоположение наиболее опасной точки обуславливается величиной параметров материалов, используемых в этих моделях. Такими параметрами являются отношение модулей  $E_{\text{сл}}/E_{\text{осн}}$  и угол рассеивания напряжений  $\alpha_\sigma$ .

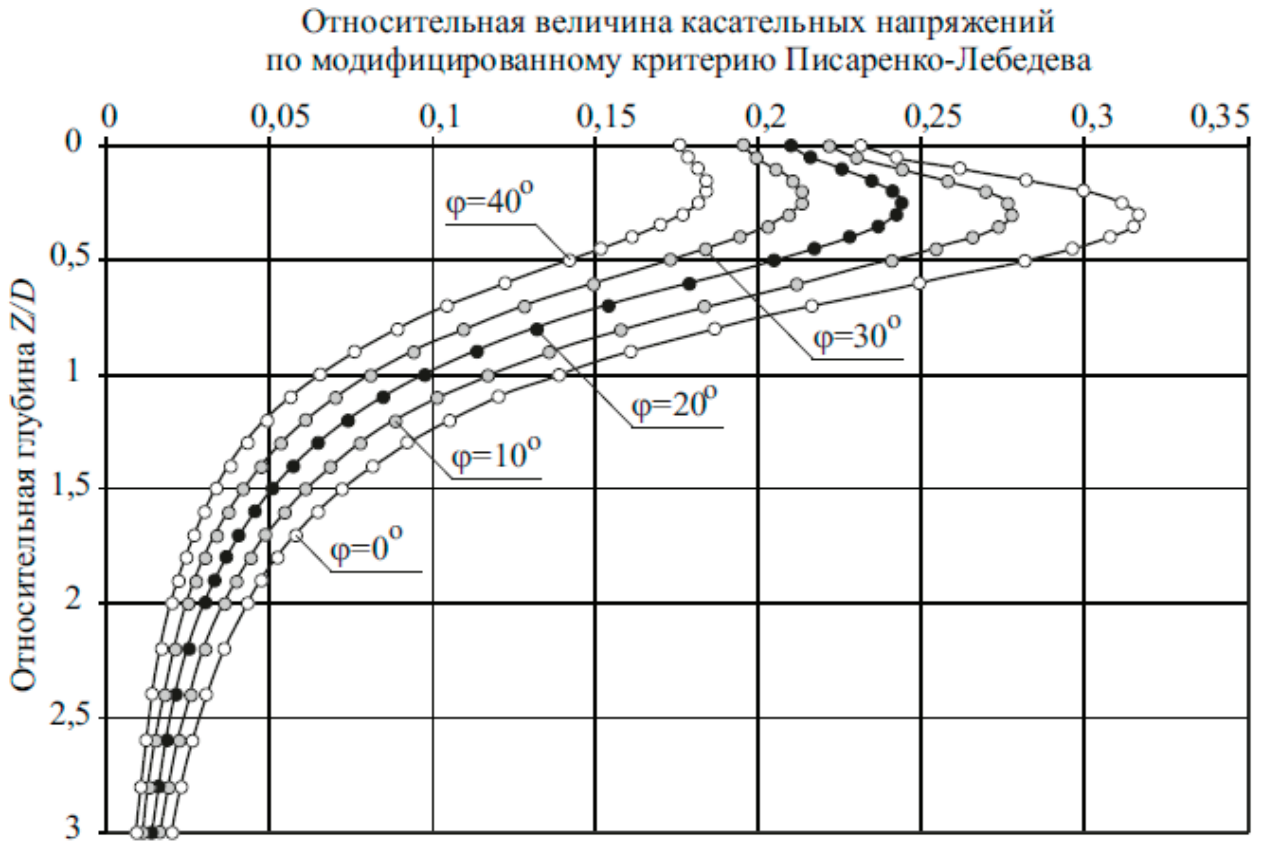


Рис. 1. Касательные напряжения, вычисленные по условию (3) при расчете главных напряжений по модифицированной модели А. Лява ( $\mu=0,35$ )



Рис. 2. Напряжения, вычисленные по условию (3) при расчете главных напряжений по модифицированной модели М. И. Якунина ( $\mu=0,35, E_{сл}/E_{осн}=5$ )

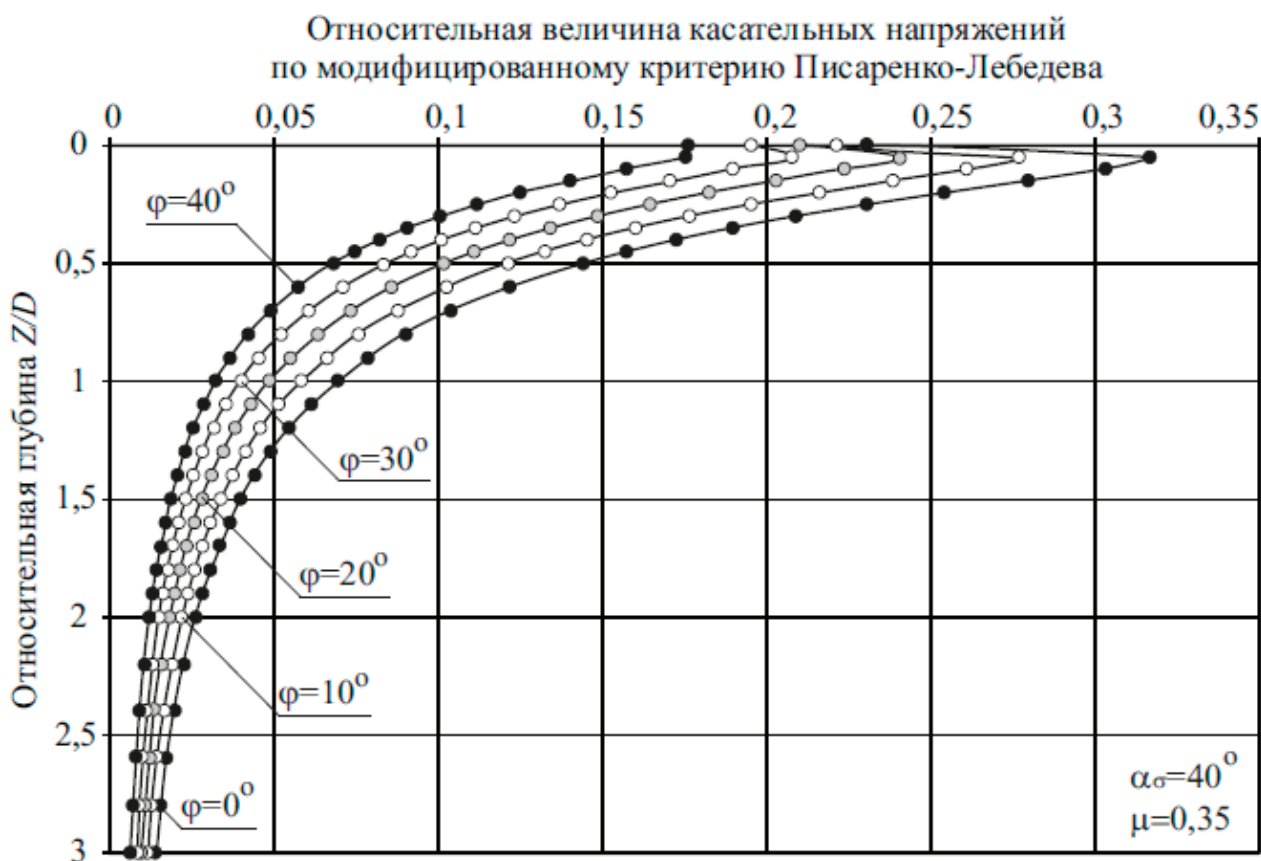


Рис. 3. Касательные напряжения, вычисленные по условию (3) при расчете главных по модифицированной модели распределяющей способности ( $\mu=0,35, \varphi=40^{\circ}$ )

Литература:

1. Александров, А. С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Ч. 1. Состояние вопроса: монография. — Омск: СибАДИ, 2015. — 292 с.
2. Семенова, Т. В., Гордеева С. А., Герцог В. Н. Определение пластических деформаций материалов, используемых в дорожных конструкциях // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2012. — № 4 (37). — с. 247–254.
3. Александров, А. С., Киселева Н. Ю. Пластическое деформирование гнейс- и диабаз материалов при воздействии повторяющихся нагрузок // Известия высших учебных заведений. Строительство. — 2012. — № 6. — с. 49–59.
4. Семенова, Т. В., Герцог В. Н. Пластическое деформирование материалов с дискретной структурой в условиях трехосного сжатия при воздействии циклических нагрузок // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2013. — № 1 (29). — с. 68–73.
5. Александров, А. С. Пластическое деформирование гранодиоритового щебня и песчано-гравийной смеси при воздействии трехосной циклической нагрузки // Инженерно-строительный журнал. — 2013. — № 4 (39) — с. 22–34.
6. Александров, А. С. Применение теории наследственной ползучести к расчету деформаций при воздействии повторных нагрузок: монография. — Омск: СибАДИ, 2014. — 152 с.
7. Герцог, В. Н., Долгих Г. В., Кузин В. Н. Расчет дорожных одежд по критериям ровности. Часть 1. Обоснование норм ровности асфальтобетонных покрытий // Инженерно-строительный журнал. — 2015. — № 5 (57) — с. 45–57.
8. Александров, А. С., Гордеева С. А., Шпилько Д. Н. О допускаемых и предельных значениях неровностей асфальтобетонных покрытий дорожных одежд жесткого типа // Автомобильная промышленность. — 2011. — № 2. — с. 31–35.
9. Болдырев, Г. Г. Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса / Г. Г. Болдырев — Пенза: ПГУАС, 2008. — 696 с.
10. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. Применение критерия Друкера-Прагера для модификации условий пластичности // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2013. № 2. — с. 26–29.
11. Калинин, А. Л. Применение модифицированных условий пластичности для расчета безопасных давлений на грунты земляного полотна. // Инженерно-строительный журнал — 2013. № 4 (39). — с. 35–45.

12. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. О допускаемых давлениях на грунты земляного полотна и слою дорожной одежды // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2012. № 2. — с. 10–13.
13. Чусов, В. В. Перспективы применения эмпирических условий пластичности грунтов и определение их параметров при трехосных испытаниях грунтов Вестник ВолГАСУ. — 2015. № 4 (61). — с. 49–57.
14. Александров, А. С. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Ч. 2. Предложения: монография. — Омск: СибАДИ, 2015. — 262 с.
15. Александров, А. С., Долгих Г. В., Калинин А. Л. Модификация критериев прочности сплошной среды для расчета грунтов земляного полотна по сопротивлению сдвигу // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». — Омск: СибАДИ, 2013. — с. 228–235.
16. Александров, А. С., Калинин А. Л. Совершенствование расчета дорожных конструкций по сопротивлению сдвигу. Часть 1. Учет деформаций в условии пластичности Кулона-Мора // Инженерно-строительный журнал. — 2015. № 7 (59). — с. 4–17.
17. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Модификация критериев прочности и условий пластичности при расчетах дорожных одежд // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2015. № 1 (41). — с. 47–54.
18. Александрова, Н. П., Александров А. С., Чусов В. В. Учет поврежденности структуры асфальтобетона в критериях прочности и условиях пластичности // В сборнике: Политранспортные системы материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия — ЕС. Новосибирск: СГУПС, 2015. — с. 219–225.
19. Лебедев, А. А. О возможном совмещении условий пластичности и хрупкого разрушения // Прикладная механика. — 1968. — № 4 — с. 85–93.
20. Писаренко, Г. С., Лебедев А. А. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии — Киев: Наукова Думка, 1976. — 416 с.
21. Долгих, Г. В. Расчет грунтов земляного полотна по критерию безопасных давлений // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2013. — № 6 (34). — с. 43–49.
22. Александров, А. С., Долгих Г. В. Расчет главных напряжений в слоях дорожной одежды из дискретных материалов // Транспортное строительство. — 2011. — № 7. — с. 17–22.
23. Александров, А. С. Один из путей расчета минимальных главных напряжений в грунтах земляного полотна / А. С. Александров // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». — Омск, СибАДИ, 2013. — с. 217–228.
24. Строкова, Л. А. Учет переуплотнения грунтов в расчетах оседания земной поверхности при сооружении туннелей // Известия Томского политехнического университета. — 2010. — Т. 316. — № 1. — с. 147–151.
25. Александрова, Н. П. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в грунте земляного полотна // В сборнике: Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации Материалы Международного конгресса ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Омск, 2013. — с. 236–246.
26. Александров, А. С., Александрова Н. П., Долгих Г. В. Модифицированные модели для расчета главных напряжений в дорожных конструкциях из дискретных материалов // Строительные материалы. — 2012. — № 10. — с. 14–17.
27. Александрова, Н. П. Совершенствование моделей расчета главных напряжений и девиатора в грунте земляного полотна / Н. П. Александрова, Т. В. Семенова, Г. В. Долгих // Вестник СИБАДИ. — 2014. — № 2 (36). с. 49–54.

## **Анализ мирового опыта развития высокоскоростного железнодорожного транспорта**

Карасёва Арина Александровна, кандидат технических наук, доцент  
Сибирский государственный университет путей сообщения

Васильева Маргарита Андреевна, инспектор  
Филиал ОАО РЖД (г. Новосибирск)

*В статье рассмотрены особенности развития высокоскоростных железных дорог зарубежных стран, в частности Японии и Франции. Сформулированы основные положения, по которым разрабатывается система нормативных требований по проектированию, строительству и эксплуатации высокоскоростных магистралей в России.*



**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, высокоскоростные железные дороги.

Высокоскоростным называется железнодорожный транспорт, обеспечивающий движение поездов со скоростью свыше 250 км/ч по международной классификации, и свыше 200 км/ч — по российским стандартам. Движение таких поездов, как правило, осуществляется по специально выделенным железнодорожным путям — высокоскоростной магистрали (ВСМ). ВСМ обеспечивает комфорт, удобства и, главное, скорость, которая решает проблемы передвижения из одной точки в другую в условиях современного образа жизни и ведения бизнеса.

Наличие высокоскоростного движения является показателем уровня развития не только технического состояния железных дорог, но высокого социального статуса государства в целом. Поэтому развитие скоростных и высокоскоростных перевозок является стратегическим приоритетом для компании ОАО «РЖД». В соответствии со «Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» одной из основных задач государства является разработка комплекса технических регламентов и национальных стандартов в сфере скоростного и высокоскоростного железнодорожного транспорта [1]. Следовательно, задача изучения опыта проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ в зарубежных странах является актуальной.

Приступая к проектированию и строительству новых ВСМ, любая страна тщательно изучает опыт других государств в этой области. Тем не менее, почти каждая страна при выборе технических средств часто идет своим путем, соотносясь с местными условиями, возможностями и традициями. Существуют два принципиально разных пути развития ВСМ: японский и западноевропейский.

Высокоскоростное движение впервые появилось в начале 1960-х гг. Несмотря на многочисленные проекты в европейских странах, первая общественная высокоскоростная железная дорога появилась на другом конце континента — в Японии. В этой стране большая часть железнодорожной сети узкоколейная (ширина колеи 1067 мм), что не позволяет использовать ее для движения с высокой скоростью (предельная скорость для этой колеи — 110 км/ч). В конце 1930-х годов появилось предложение о строительстве между городами Токио и Осака новой электрифицированной линии с колеей 1435 мм для движения электропоездов со скоростью около 200 км/ч. Строительство дороги началось в 1959 году, 1 октября 1964 года первая в мире ВСМ была запущена в эксплуатацию, уже в 1967 году дорога стала приносить прибыль, а к 1971 полностью окупилась затраты на строительство.

Первая ВСМ вобрала в себя многие технические и эксплуатационные новшества того времени и оказала большое влияние на решения, примененные позже на магистралях в разных странах мира. Линия предназначалась как для пассажирского, так и для грузового движения. Но идея использования высокоскоростных магистралей для

грузовых перевозок не была реализована. Концепция высокоскоростных железнодорожных линий, специализированных только на пассажирских перевозках, стала в мире доминирующей.

Вторая ВСМ была построена во Франции, на линии Париж-Лион. Для пропуска высокоскоростных поездов трасса укладывалась по кратчайшему направлению между конечными пунктами. Но в отличие от японских ВСМ, французская магистраль имеет связь с существующими железнодорожными станциями по специальным соединительным путям. Общая протяженность ВСМ Франции приближается к 2000 км. Однако поезда TGV обращаются также по маршрутам общей длиной более 6000 км, проходящим и по обычным (не высокоскоростным) реконструированным линиям. TGV был разработан в течение 70-х годов и введен в эксплуатацию в 1981 г. В настоящее время эти поезда курсируют по 150 направлениям Франции и других стран, таких как Бельгия, Германия, Люксембург, Италия и Швейцария.

Протяженность линий ВСМ в Германии составляет более 1200 км. Максимальная скорость движения поездов — 330 км/час. Отличительной особенностью германских ВСМ является большое количество искусственных сооружений, причиной строительства которых стало отсутствие свободной территории. По этой же причине Германия пошла по пути переустройства некоторых существующих железнодорожных линий в высокоскоростные.

В Италии впервые были созданы поезда с системой наклона кузова — «Pendolino», которые были широко приняты в нескольких странах, чтобы лучше всего использовать обычный путь (в противоположность специально построенному высокоскоростному).

В настоящее время Китай набрал большие обороты в области высокоскоростного движения. Еще в 90-е годы прошлого столетия Китай отставал в развитии железнодорожного транспорта, а сегодня имеет самую широко развитую систему ВСМ. В системе китайских ВСМ работает несколько моделей сверхскоростных пассажирских поездов. На международном конгрессе в Пекине в 2010 году нижняя граница диапазона скоростей на железных дорогах, относимых к высокоскоростным, поднята с 200 до 250 км/ч.

Основными характеристиками, принципиально отличающимися при строительстве и эксплуатации ВСМ в этих странах, являются: конструкция железнодорожного пути, схемы отдельных пунктов и элементная база путевого развития (в частности, стрелочные переводы). В силу географических и исторических особенностей развитие скоростных магистралей в разных уголках мира происходило по-разному.

Путь является наиболее ответственным элементом ВСМ, который в решающей степени определяет безо-

пасность движения. В настоящее время применяется два основных типа конструкции пути — плитный (японский вариант) и балластный на земляном полотне (западноевропейский).

На первой ВСМ Токио-Осака было применено классическое строение железнодорожного пути — балластный на земляном полотне. Опыт эксплуатации в первые же годы показал, что он требует огромных затрат на его содержание. После интенсивного пропуска поездов со скоростями 190—210 км/ч в период с 6 до 24 часов путь приходил в такое состояние, которое требовало сплошной выправки его как в плане, так и в профиле. Эти обстоятельства способствовали тому, что в дальнейшем был сделан выбор в пользу жестких оснований вместо балластной призмы и более широкого применения виадуков и эстакад вместо земляного полотна. Земляное полотно на плитном основании обеспечивает низкий уровень вибрации и шума, надежно закрепляет оптимальные размеры пути, резко снижает текущие затраты на его содержание.

Французские ученые и специалисты также провели широкие исследования по выбору оптимального типа железнодорожного пути для европейских ВСМ. Был обоснован выбор шпально-балластного пути на земляном полотне. При этом учитывались два решающих преимущества балластного пути перед плитным: большой запас устойчивости пути против поперечного сдвига от воздействия подвижного состава; значительно меньшая стоимость самой конструкции. Многолетний опыт эксплуатации ВСМ Париж-Лион подтвердил прогнозировавшиеся высокие эксплуатационные качества и надежность пути на балласте. Исследования, проведенные во Франции, позволили установить величину руководящего уклона 25—35‰. Использование кинетической энергии поезда на подъеме с такими уклонами позволяет поддерживать достаточно высокую скорость, что позволяет преодолевать определенные высотные препятствия без строительства тоннелей.

Раздельные пункты (станции, обгонные пункты, диспетчерские посты) в значительной мере определяют уровень обеспечения жизнедеятельности скоростных и высокоскоростных железных дорог. Их размещение, путевые схемы и техническое оснащение — важнейшие вопросы проектирования ВСМ и реконструируемых существующих линий. И здесь мировой опыт можно разделить на два принципиально отличных варианта — японский и западноевропейский.

В японском варианте все станции построены по поперечной схеме с минимально необходимым путевым развитием. На проходных станциях нет отдельно расположенных пассажирских зданий: билетные кассы, контора начальника станции и другие помещения расположены под путями и платформами. На станциях пассажирские платформы располагаются с внешней стороны каждого приемоотправочного пути, или между двумя приемоотправочными путями. В обоих вариантах проблема обеспе-

чения безопасности пассажиров на платформах снята, так как платформы отделены от главного пути одним приемоотправочным путем.

Принятые технические решения по раздельным пунктам западноевропейских ВСМ существенно отличаются от принципов размещения и схем станций сети японских ВСМ — Синкансен. Французские, германские и итальянские ВСМ имеют ширину колеи такую же, как обычные железные дороги, что позволяет использовать их как составную часть общей сети страны и даже континента в целом. Во Франции осуществлялось строительство соединительных линий, связывающих станции ВСМ со станциями действующей железнодорожной сети. Дополнительное путевое развитие, проектируемое в связи с примыканием новой линии, обеспечивает одновременный прием и отправку поездов по главному и примыкающему путям при условии исключения приготовления враждебных маршрутов [2, с. 63].

Важным элементом пути на раздельных пунктах скоростных участков существующих железных дорог и высокоскоростных магистралей являются стрелочные переводы, которые в недавнем прошлом были серьезной помехой для движения поездов по главным путям с высокими скоростями даже по прямому направлению. Это объясняется тем, что в стрелочном переводе классической конструкции ширина колеи изменяется резко в начале его, а затем в зоне сердечника крестовины. В этих местах при высоких скоростях возникают недопустимо большие боковые силы.

Франция на сегодняшний день имеет широкую номенклатуру высокоскоростных стрелочных переводов с марками крестовин от 1/20 до 1/65. Объем работ по содержанию таких стрелочных переводов сравним с тем, который производится на обычных линиях.

Проблема развития высокоскоростного экологически чистого наземного транспорта носит общенациональный характер. Ее решение позволило бы существенно улучшить ситуацию с организацией перевозок пассажиров на основных направлениях сети железных дорог, обеспечить увеличение пассажирооборота, сократить потребность в подвижном составе и в результате поднять престиж отечественных железных дорог и государства в международном аспекте. Поэтому тема развития высокоскоростного движения все время была в числе приоритетных.

До сих пор эксплуатация высокоскоростных поездов в России осуществлялась на действующих железнодорожных линиях. За это время был выявлен ряд значительных недостатков: выплески пути после прохода высокоскоростного поезда, отсутствие возможности пропуска пригородных поездов и поездов дальнего следования, большие затраты на ремонт. Поэтому было принято решение о строительстве выделенных линий. Изучение опыта проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ, накопленного зарубежными странами за более чем полувековой период, позволит России создать собственную систему нормативных документов в этой области.

Литература:

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://doc.rzd.ru>
2. Особенности организации скоростного движения с учетом использования имеющейся железнодорожной инфраструктуры / Карасев С. В., Зарубина Т. Д. В сборнике: Политранспортные системы. Материалы VIII Международной научно-технической конференции в рамках года науки Россия-ЕС. Новосибирск, 2015. с. 61–67.

## Исследование двухфазного фонтанирующего слоя в коническом аппарате

Каримов Абдумалик Абдуллаевич, старший преподаватель;  
Мукольянц Арсен Артёмович, доцент  
Ташкентский государственный технический университет (Узбекистан)

*В статье исследуются разработанные аналитические зависимости по определению значения сопротивления слоя, критической скорости и скорости витания в зависимости от толщины слоя и влажности для модельных материалов.*

**Ключевые слова:** интенсифицированный кипящий слой, подъемная сила, скорость витания частиц, модельные дисперсные материалы, газозвесь, диффузорная камера.

Частицы многих дисперсных материалов, подлежащих к тепловой обработке, имеют форму, значительно отличающейся от шарообразной. Наличие градиента скорости в поперечном сечении потока, а также ряд других причин приводят к интенсивному вращению летящих частиц и распределению их с различной концентрацией по сечению камеры. Столкновения частиц друг с другом и об стенку камеры также оказывают существенное влияние на характер движения газозвеси.

Для вышеуказанных условий тепловой обработки дисперсных материалов были получены экспериментально подтвержденные аналитические расчетные зависимости [1]. Однако оценить погрешность, получаемых за счет сделанных допущений при расчете интересующих величин в интенсифицированном кипящем слое для целого ряда материалов весьма затруднительно.

Относительная скорость газа и материала всегда больше чем скорости витания  $V_b$ . На характер движения частиц оказывают влияние конфигурация камеры и сила взаимодействия, возникающих между самими частицами.

Целью настоящего исследования является определение степени адекватности разработанных аналитических зависимостей по определению значения сопротивления слоя, критической скорости и скорости витания в зависимости от толщины слоя и влажности для модельных материалов типа семена подсолнуха, пшеницы и гороха.

Для достижения поставленной цели была создана экспериментальная установка, состоящая из рабочей камеры конической формы, изготовленная из органического стекла для визуального наблюдения за гидродинамическими процессами. В рабочую камеру воздух нагнетался при помощи напорного вентилятора.

Значения плотности газа  $\rho_1$  и его кинематического коэффициента вязкости  $\nu_1$  принимались постоянными.

Из условия равновесия подъемной силы и силы тяжести частицы для частицы с шарообразной формой имеем:

$$\Delta PS = \lambda \frac{L}{D} \frac{\rho_2 g_b^2}{2g} S = \frac{\pi d_3^3 \rho_\mu}{6} \quad (1)$$

где  $d$  — диаметр частицы материала;  $D$  — диаметр камеры;  $V_b$  — средняя скорость витания частиц материала;  $S$  — поперечное сечение камеры;  $\rho_2, \rho_\mu$  — плотность газа и материала;

Уравнение (1) для частиц с неправильной формой имеет вид:

$$C \frac{v_b^2}{2g} \frac{\pi d^2}{4} \rho_2 = \frac{\pi d_3^3 \rho_\mu}{6} \quad (2)$$

где:

$$\begin{aligned} d_3 &= \frac{2\Phi \varepsilon d}{3(1-\varepsilon)}; \\ \Phi &= \frac{F}{F}; \\ c &= \lambda \frac{l}{D}; \\ \varepsilon &= \frac{V - V_0}{V}, \end{aligned} \quad (3)$$

$\Phi$  — фактор формы твердой частицы, для куба  $\Phi = 0,806$ , для цилиндра  $\Phi = 0,96$ , для диска  $\Phi = 0,32$ , для шара  $\Phi = 1$ ;  $F_{\text{шар}}$  — поверхность шара;  $V$  — общий объем, занимаемый зернистым слоем;  $V_0$  — объем занимаемый частицами.

С учетом (3) уравнение (2) запишется по следующему:

$$C \frac{\rho_2 v_B^2}{4g} = \frac{2\Phi \varepsilon d_i \rho_\mu}{3(1-\varepsilon)} \quad (4)$$

Откуда, выражение скорости витания определяется как:

$$v_B^2 = \frac{8g \Phi \varepsilon d_i \rho_\mu}{3(1-\varepsilon) \rho_2} \quad (5)$$

$$\text{или } v_B^2 = \sqrt{\frac{8g \Phi \varepsilon d_i \rho_\mu}{3(1-\varepsilon)\rho_2}} \quad (6)$$

где:  $d_i$  — расчётный диаметр.

Экспериментальное исследование проводилось в камере диффузорной формы (рис.1) с созданием интенсифицированного кипящего слоя [1].



Рис. 1. Камера диффузорной формы

Результаты экспериментов с семенами зерновых культур (семена подсолнуха, пшеница и горох) дали возможность определить график зависимости изменения сопротивления слоя от скорости воздуха которые по характеру соответствуют результатам исследования, приведенными в работах [1; 2; 3].

Анализ и обработка полученных данных дали возможность получить зависимость критической скорости  $V_{кр}$  и давления  $\Delta P$  от толщины слоя —  $h_0$  (рис. 2и рис. 3), где видно, что критическая скорость, т.е. соответствующая минимальной скорости начала фонтана дает возможность получать математическую зависимость.

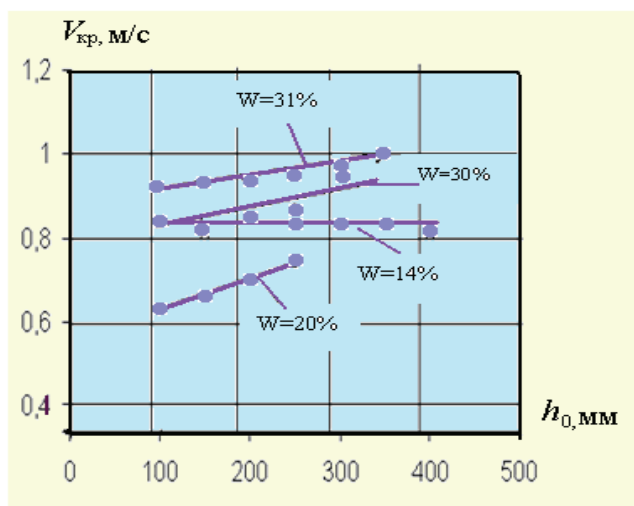


Рис. 2. Зависимость критической скорости газов  $V_{кр}$  от толщины слоя пшеницы  $h_0$ .

Обработка полученных результатов позволили получить нижеследующие математические зависимости для модельных материалов.

$$V_{кр} = 0,0001h_0 + 0,85 \text{ W при } W = 14\%;$$

$$V_{кр} = 0,0007h_0 + 0,7 \text{ W при } W = 20\%;$$

$$V_{кр} = 0,00055h_0 + 0,89 \text{ W при } W = 30\%;$$

$$V_{кр} = 0,0003h_0 + 0,95 \text{ W при } W = 31\%;$$

$$\Delta P = 7,7786h + 48,214 \text{ W при } W = 14\%.$$

$$\Delta P = 8,7h - 195 \text{ W при } W = 20\%;$$

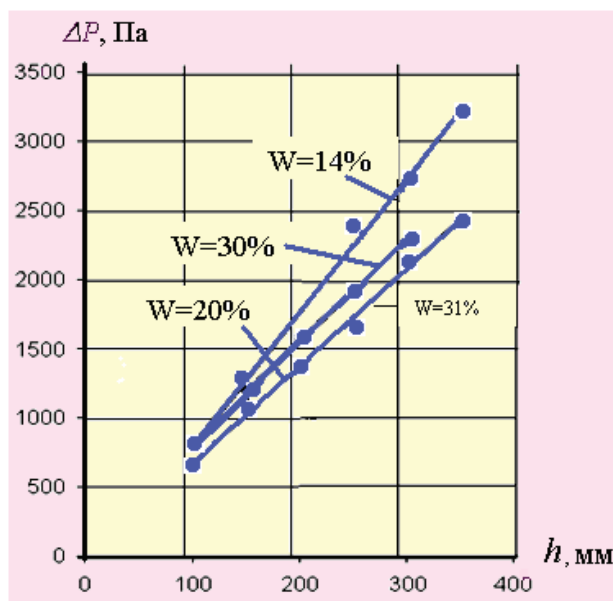


Рис. 3. График зависимости  $\Delta P$  от  $h_0$  пшеницы

$$\Delta P = 7,5h + 40 \text{ W при } W = 30\%;$$

$$\Delta P = 7,0571h - 36,19 \text{ W при } W = 31\%.$$

Необходимо отметить, что с повышением начальной влажности  $W$  более чем 30% относительный перепад давления резко увеличивается. Это связано с повышением массы частиц от влаги.

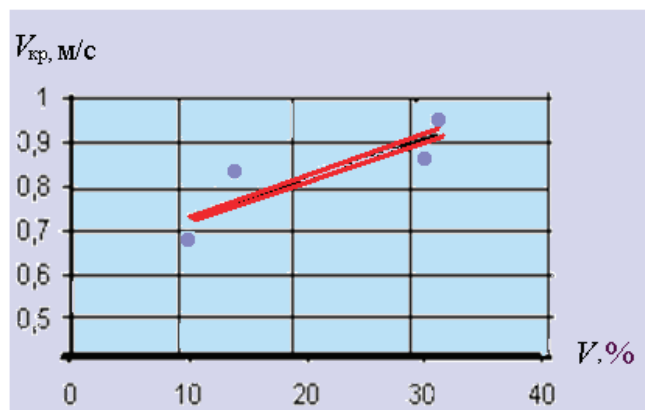


Рис. 4. График зависимости изменения критической скорости  $V_{кр}$  от влажности зерна  $W$ . (точки — экспериментальные значения, сплошная линия — теоретические данные)

Изменение критической скорости от влажности пшеницы (рис.4) также можно аппроксимировать по следующему:

$$V_{кр} = a + bW \tag{7}$$

где:  $a, b$  — экспериментальные коэффициенты, зависящие от толщины слоя зерна, например, для толщины слоя  $h_0 = 100$  мм  $a = 0,641, b = 0,0089$ .

Таким образом, полученные результаты исследования модельных дисперсных материалов в интенсифицированном кипящем слое дают возможность оценивать затраты энергии в начале тепловых процессов (сушки, газификации, горения и др.) на определенную производительность продукции и выбрать вентилятор.

Литература:

1. Бабаходжаев, Р.П., Каримов А.А., Шакиров А.А. Гидродинамические исследования двухфазного фонтанирующего слоя в коническом аппарате. // Ж. Вестник ТашГТУ. 2009. № 3–4. с. 29–82.

2. Шакиров, А.А., Мирзарахимов М.П., Юнусова З.Х. Исследования движения жидкости через пористую среду // Ж. Химическая технология. Контроль и управление. Ташкент. 2007, № 5. С.24–27.
3. Бабаходжаев Р.П., Шакиров А.А., Каримов А.А., Пулатова Д.М. Движение твердой частицы в восходящем потоке газа в камере сгорания конической формы. // Проблемы информатики и энергетики. Ташкент. 2012. № 1. с. 45–48.

## Проблемы энергосбережения в электрических сетях Республики Узбекистан

Каххаров Мурод Мухторович, старший преподаватель  
Бухарский инженерно технологический институт (Узбекистан)

Чарыева Махбуба Ризакулыевна, преподаватель  
Бухарский профессиональный колледж нефтегазовой промышленности (Узбекистан)

*В статье рассматриваются актуальные проблемы формирования автоматической системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) в электрических сетях Республики Узбекистана. Как первый этап АСКУЭ предлагается создание автоматизированной информационной базы фидера (АИБФ) — локальной автоматизированной базы данных, ограниченной районными электрическими сетями, с последующим объединением в единую автоматическую систему электрической сети, где решены вопросы регулирования сетевых параметров.*

Электрические сети Республики Узбекистан создавались в 60–70 годы XX века. Они проектировались и строились в условиях искусственно сниженной стоимости энергоресурсов без учета необходимости автоматического регулирования сетевых параметров, т.е. уровня напряжения и коэффициента мощности и учета режимных параметров. В настоящее время стало очевидно что, во-первых, энергосбережение имеет достаточно высокий потенциал экономии энергоресурсов, во-вторых, энергосбережение возможно только при наличии инструментария, обеспечивающего автоматическое регулирование сетевых параметров автоматизирование системы управления технологического процесса (АСУТП) и контроля потребления и потерь электроэнергии в автоматическом режиме, одновременно (режим on line) в всей электроэнергетической системе или хотя бы в её составляющих, объединенных единым управлением.

Такие автоматические системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) и их модернизированные исполнения автоматизирования измерительных информационных систем коммерческого учета электроэнергии (АИИСКУЭ) давно применяются в системе электроснабжения промышленных предприятий и в составляющих частях электроэнергетических систем.

АСКУЭ — АИИСКУЭ разрабатывались для систем, где уже давно и надежно работают АСУТП, и проблема регулирования сетевых параметров и учета режимных параметров решена. Поэтому АСКУЭ — АИИСКУЭ осуществляет только коммерческий учет электроэнергии и не решает задачи автоматизированных систем управления технологическим процессом передачи

и распределения электроэнергии. Но формирование АСКУЭ в системах, где не решены вопросы регулирования сетевых параметров, резко снижает эффективность капиталовложения на её формирование т.к. снижение уровня напряжения в пределах допустимых ГОСТ — 13109–97 (для стран СНГ), при эксплуатации электрических сетей на  $\pm 5\%$ , при неизменных значениях других величин, входящих в формулу потерь, увеличивается.

Для ЛЭП:

$$\Delta P = 3 \cdot I_H^2 R_{ЛЭП} = \left( \frac{S}{U \cdot \cos \varphi} \right)^2 \cdot R_{ЛЭП};$$

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \left( \frac{S}{\cos \varphi} \right)^2 \cdot R_{ЛЭП} \cdot \left( \frac{U_H}{U_r} \right) \approx 1,107;$$

Для трансформатора в номинальном режиме:

$$\Delta P = 3 \cdot I_H^2 R_T; \text{ отсюда } R_T = \frac{\Delta P_K \cdot U_H^2}{S_H^2};$$

$$\Delta P_T = \Delta P_K \cdot \left( \frac{S_{\text{ЮДА}}}{S_j \cdot \dot{\alpha}} \right)^2 \cdot \left( \frac{U_H}{U_1} \right) = \Delta P_K \cdot \beta^2 \cdot \left( \frac{U_H}{U_1} \right);$$

Следовательно, в основных элементах электрической сети при снижении уровня напряжения на  $\pm 5\%$  потери увеличиваются на 10,7%.

В настоящее время действительная величина коэффициента мощности варьируется в пределах 0,75–0,82.

Считая остальные величины, входящие в формулу, неизменными, определяем превышение технических потерь при снижении коэффициента мощности до  $\cos \varphi = 0,75$ :

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \left( \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \right)^2 = \left( \frac{0,82}{0,75} \right)^2 = 1,191$$

Следовательно, превышение потерь при снижении коэффициента мощности до  $\cos \varphi = 0,75$  составляет 1,191 %.

Таким образом, простейший анализ подтверждает высказанное ранее мнение о снижении эффективности капиталовложения на формирование АСКУЭ — АИИСКУЭ, если не имеется средств автоматического регулирования сетевых параметров (АСУТП).

Решение этой проблемы видится в двух вариантах:

Первое: Так как АСКУЭ — АИИСКУЭ представляет собой иерархическую многоуровневую систему, функционально объединяющую совокупность измерительно-информационных комплексов, возникает мысль объединения АСКУЭ с АСУТП т.к. в этой системе имеются все необходимые составляющие АСУТП — измерительно-информационная система, с вычислительно-информационным центром и каналом связи. При этом серверы коммерческой и технологической информации дифференцируется автоматически, и принимаются решения.

Согласно концепции создания автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, в ГАК «Узбекэнерго» предлагается поэтапное формирование АСКУЭ — АИИСКУЭ. Такое решение, без сомнения, ослонит и увеличит сроки формирования АСКУЭ.

Второе: Провести тщательное изучение технического состояния и информационных возможностей всей электроэнергетической системы Р. Уз. и на этой основе провести коренное техническое перевооружение системы, тем самым существенно расширив локальные регулирующие возможности сетевых параметров без их объединения в единую систему.

В настоящее время идет интенсивная реконструкция генерирующих установок в всех электрических станциях Р. Уз. Логика поэтапного формирования АСКУЭ — АИИСКУЭ подсказывает перейти к интенсивной технической реконструкции её следующего субъекта — электрических сетей, особенно наиболее протяженной её части, а именно распределительных сетей, информационные

возможности и техническое состояние которых немного хуже, чем магистральные сети.

Изучение информационных возможностей и технического состояния распределительных сетей ОАО «Бухарские электрические сети» показало:

- Идет интенсивное оснащение распределительных сетей электронными измерительными комплексами;
- ТТ и ТН-ы, используемые в распределительных сетях, не прошли метрологическую поверку в сроки, определяемые ПУЭ и ГОСТ;
- Изношенность ЛЭП и трансформаторов составляет до 60%;

Необходимо провести тщательное изучение электрических сетей по всем регионам Р. Уз. с тем, чтобы определять основные показатели, необходимые для формирования АСКУЭ — АИИСКУЭ:

- Техническое состояние электрических сетей, т.е. изношенность основного оборудования, и их соответствие проектно-нормативным данным;
- Информационные возможности в сетях;
- Состояние метрологической службы на местах. Провести обучение персонала и обеспечить необходимым оборудованием, особенно по проверке ТТ и ТН-ов;
- Обеспеченность трансформаторов автоматическими средствами регулирования;
- Состояние переподготовки персонала, т.е. необходимо обеспечить овладение навыками работы с современными контрольно-измерительными устройствами.

#### Выводы по работе:

В качестве необходимых шагов к формированию АСКУЭ — АИИСКУЭ в электрических сетях Р. Уз. следует считать:

1. Замена трансформаторов 10/0,4 кВ, выработавших свой ресурс, и создание локальной (на уровне РЭС и ЭС) системы регулирования уровня напряжения.
2. Создание локальных (на уровне РЭС и ЭС) автоматизированных информационных баз фидеров 10,6 кВ, как первого этапа формирования АСКУЭ — АИИСКУЭ для электрических сетей Р. Уз.
3. Создание метрологических служб на уровне областных или региональных ЭС, возможно на коммерческой основе, главное первоначальное обеспечение оборудованием для поверки ТТ и ТН-ов.

#### Литература:

1. В. В. Зорин. Оптимизация режимов работы электрических сетей, Киев, «Наукова думка», 1992 г.
2. Воротницкий, В. Э., д.т.н., проф., Калинкина М. А., к.т.н., Комкова Е. В., к.т.н., Пятигор В. И., инженер ОАО «ФЭСЭС». Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях «Энергосбережение». 2005 г, № 2 и № 3, стр. 90–94, № 3 стр.86–91.
3. Железко, Ю. С. Методы расчета нормативов технологических потерь электр энергии в электрических сетях. М. «Электричество», 2006 г, № 12, стр. 13–16

## Бытовой холодильник с подвижным конденсатором

Лемешко Михаил Александрович, кандидат технических наук, доцент;

Алехин Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент;

Урунов Салават Рашидович, магистрант;

Серебряков Александр Валерьевич, магистрант

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г. Шахты

Вопросы энергосбережения и энергоэффективности относятся и к бытовой технике. Большой парк эксплуатируемых бытовых машин и приборов, является основанием для совершенствования этой техники с точки зрения энергоэффективности. Особое место наряду с другими приборами занимают бытовые холодильники, которые непрерывно подключены к электросети и работают круглосуточно.

В рамках государственной программы РФ «Энергоэффективность и развитие энергетики» [1], выдвинуты требования по созданию и использованию новых энергоэффективных потребителей электроэнергии, к которым относятся и холодильные приборы, используемые в быту, в службах сервиса, например, в гостиничном хозяйстве и ресторанном бизнесе.

Известно, что наибольшее распространение в быту получили холодильники компрессионного типа. В этих холодильниках, в холодильном цикле компрессор, всасывая хладагент из испарителя, под давлением подает хладагент в конденсатор, в котором хладагент охлаждается и конденсируется, отдавая тепло окружающему воздуху.

От эффективности отвода тепла от конденсатора зависит эффективность процесса конденсации [2], что определяет давление на выходе из компрессора. Увеличение интенсивности конденсации хладагента приводит к снижению давления на выходе из компрессора, что обуславливает снижение его потребляемой мощности, а, следовательно, уменьшается энергопотребление холодильника, что соответствует решению задачи по энергосбережению. Повышение эффективности конденсации хладагента сказывается также на улучшении холодильного коэффициента, являющегося критерием эффективности холодильного цикла. Теоретический анализ показал [3], что увеличение интенсивности охлаждения конденсатора приводит к следующим изменениям в холодильном цикле: — понижению давлений конденсации и испарения, — понижению температуры нагнетания, и незначительному понижению температуры всасывания. При этом уменьшается коэффициент сжатия, повышается холодопроизводительность агрегата и понижается тепловой эквивалент работы компрессора.

Как известно [4], основным показателем энергетической эффективности работы холодильника является суточное потребление электроэнергии, определяемое из выражения:

$$E = 0,024W \frac{Q_T}{Q_X}, \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут}, \quad (1)$$

где  $W$  — мощность, потребляемая компрессором, Вт;  
 $Q_T$  — внешний теплоприток в шкаф холодильника, Вт;  
 $Q_X$  — холодопроизводительность агрегата, Вт. Или:

$$E = 0,024 \frac{Q_T}{\epsilon_3} \quad (2)$$

учитывая, что  $W = \frac{Q_X}{\epsilon_3}$ , где  $\epsilon_3$  — удельная холодо-

производительность.

Таким образом, энергопотребление бытового холодильника  $E$  определяется значением холодильного коэффициента, зависящим от степени совершенства реального цикла холодильного агрегата, в том числе от эффективности процесса конденсации.

Известны исследования, например [5,6], посвященные исследованию различных способов охлаждения конденсатора, в том числе, патенты, в которых защищаются новые технологии охлаждения конденсатора и новые конструкции этого теплообменника.

Сделаем краткий обзор этих технологий.

В бытовых и торговых компрессионных холодильниках тепло от конденсатора передается окружающему воздуху путем естественного теплообмена, либо путем обдува его поверхности вентилятором [7].

В технике получения холода известно применение, так называемого испарительного охлаждения. Например, известны разработки [8] в которых поверхность конденсатора и компрессора увлажняется, а затем обдувается вентилятором. Интенсивный поток воздуха, пропускаемый вдоль поверхности конденсатора и поверхности корпуса компрессора, приводит к интенсивному испарению воды с поверхностей и их охлаждению.

Согласно разработкам [9,10] охлаждение конденсатора может быть осуществлено путем увлажнения его поверхности водой из мелкодисперсионных форсунок с приводом. Использование такого способа охлаждения поверхности конденсатора позволяет увеличить интенсивность охлаждения хладагента, позволяет упростить конструкцию, снизить удельное энергопотребление холодильника.

Увеличить интенсивность охлаждения конденсатора можно также за счет испарения талой воды на поверхности конденсатора [11].

При реализации этого способа талая вода после вывода её из холодильного шкафа направляются по каналу в желобок, закрепленный на поверхности компрессора. [12].

Талая вода направляется в желобок, в средней части которого находится трубка змеевика конденсатора, при



этом вода самотеком стекает по наклонным коленам желобка, увлажняя его поверхность и трубки конденсатора. Остатки талой воды направляются в емкость на компрессоре.

Нами исследуется и разрабатывается принципиально новый подход по охлаждению конденсатора бытового холодильника.

При работе типового компрессионного холодильника тепло от конденсатора передается в окружающий воздух путем естественного теплообмена. Недостатком таких холодильников является необходимость использования относительно большого змеевика конденсатора. Известен конденсатор с принудительной вентиляцией (обдувом) поверхности конденсатора [13].

Охлаждение конденсатора бытового холодильника обеспечивается движением потока воздуха от вентилятора относительно неподвижного конденсатора. Обдув поверхности конденсатора бытового холодильника потоком воздуха от вентилятора увеличивает интенсивность теплообмена, увеличивает теплоотвод от хладагента. Нами усовершенствован этот метод.

Холодильник с принудительным обдувом конденсатора характеризуется тем, что поток воздуха от вентилятора

лишь частично охватывает поверхность конденсатора, участвуя в теплообменных процессах. Энергия, затрачиваемая вентилятором на создание воздушного потока, частично используется в обеспечении теплообменного процесса на поверхности конденсатора. Нами решена задача по увеличению эффективности теплообменного процесса на поверхности конденсатора [14]. В разработанной конструкции холодильника конденсатор выполнен в виде оребренного трубчатого змеевика, закрепленного к холодильному шкафу только в нижней части холодильного шкафа.

Верхняя часть конденсатора имеет возможность совершать свободные колебательные движения перпендикулярно поверхности задней стенке холодильника и взаимодействует с электромагнитным вибратором. Конденсатор снабжен ограничителем колебательных движений.

В предложенном техническом решении энергия, затрачиваемая на интенсификацию теплообменного процесса в большей степени, используется для осуществления процесса движения воздуха вокруг поверхности конденсатора без потерь на создание бесполезного движения потока воздуха от вентилятора. Технический результат обеспечивается тем, что при колебании плоскости кон-

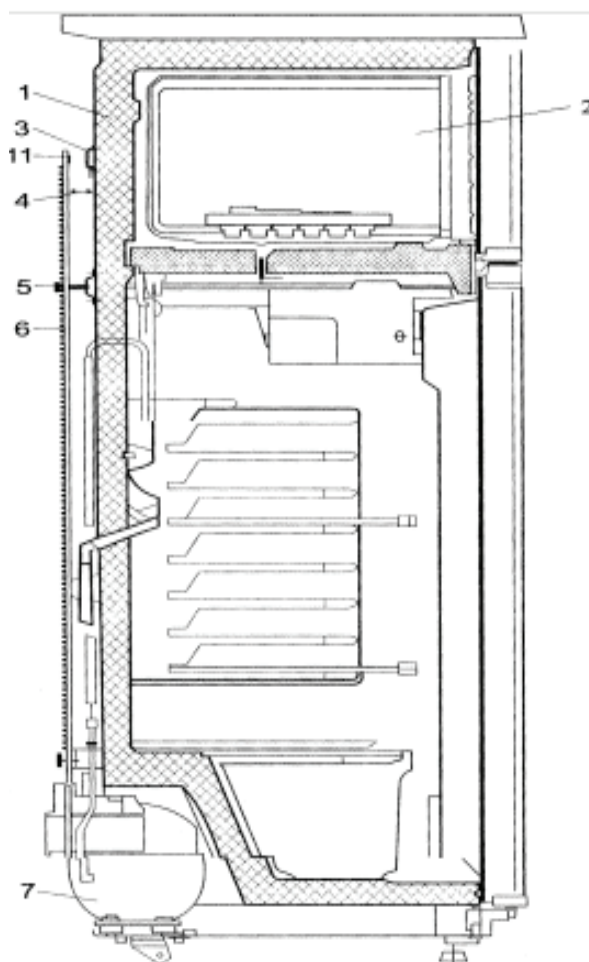


Рис. 1. Схема размещения подвижного конденсатора

денсатора его трубопровод и элементы оребрения будут обдуваться потоком окружающего воздуха, будет создаваться турбулентные завихрения в области поверхности трубопровода конденсатора и элементов его оребрения, что увеличит интенсивность теплообмена между окружающим воздухом и поверхностью конденсатора. На рисунке 1 приведена схема холодильника с подвижным конденсатором.

Бытовой холодильник с подвижным конденсатором состоит из холодильного шкафа 1, герметичного агрегата, включающего соединительные трубопроводы, компрессор 7, испаритель 2 и конденсатор 6, выполненный в виде оребренного трубчатого змеевика и закрепленный вертикально на задней стенке холодильного шкафа 1; электромагнитного вибратора 3, закрепленного к корпусу холодильного шкафа 1, с возможностью совершать колебательные движения 4 перпендикулярно плоскости задней стенки холодильного шкафа 1. При этом электромагнитный вибратор закреплен на поверхности холодильного шкафа 1, а на поверхности конденсатора ответно ему установлен постоянный магнит или пластинка 11, выполненная из ферромагнитного материала.

Затраты энергии на обеспечение колебаний плоскости конденсатора будут минимальны, так как предусматривается устанавливать частоту колебаний близкой к резонансной частоте, которая зависит от массы конденсатора и консольности его крепления. Частота колебания вибратора зависит от конструкции холодильника, размеров и массы конденсатора. Например, для бытового холодильника емкостью до 250 дм<sup>3</sup> амплитуда колебаний вибратора должна составлять предпочтительно 5–10 мм, а частота колебаний выбираться предпочтительно в диапазоне от 0,5–5,0 Гц. Частота колебаний может подбираться с целью достижения явления резонанса, при котором затраты энергии на колебательный процесс будут минимальными. Энергопотребление электромагнитного вибратора значительно меньше, чем затраты энергии на создание воздушного потока с помощью вентилятора. В то же время незначительные затраты энергии на создание колебательного процесса будут сопровождаться интенсивным теплообменом поверхности конденсатора с окружающим воздухом. Относительно небольшая величина амплитуды колебания конденсатора не будет отражаться на колебаниях корпуса холодильного шкафа и снижать его потребительские качества.

#### Литература:

1. Энергоэффективность и развитие энергетики. Государственная программа Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 321). — Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/system/download-pdf/323/664>
2. Вейнберг, Б. С. Бытовые компрессионные холодильники // Вейнберг, Б. С., Вайн, Л. Н. — М.: Пищ. промышленность, 1974. — 272 с.
3. Лемешко, М. А. Технологии повышения энергетической эффективности бытовых холодильных приборов. // *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты.* — 2014. — № 13. — с. 188–196.
4. Лемешко, М. А., Кожемяченко, А. В., Урунов, С. Р. Зависимость энергетической эффективности компрессионного холодильника от способа охлаждения его конденсатора. // *Технико-технологические проблемы сервиса.* — 2014. — № 4 (30). — с. 58–60.
5. Лемешко, М. А. Увеличение интенсивности теплообменных процессов конденсатора компрессионного холодильника. // *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты.* — 2014. — № 12. — с. 65–69
6. Лемешко, М. А., Урунов, С. Р., Головина, Е. И. Использование испарительного охлаждения для увеличения энергетической эффективности бытового холодильника. // *Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов.* — 2015. — № 1 (103). — с. 114–116.
7. Пат. 102006040379 DE. Холодильник, содержащий конденсатор с принудительной вентиляцией / БСХ БОШ УНД СИМЕНС ХАУСГЕРЕТЕ ГМБХ (DE). 29.08.2006
8. Пат. № 2511804 Российская Федерация, МПК F25B 1/00, F25B 31/00, F25B 39/04, F25B 49/02 от 10.04.14 г. Способ охлаждения герметичного компрессорно-конденсаторного агрегата компрессионного холодильного прибора / М. А. Лемешко, С. П. Петросов, Ф. В. Корниенко, В. А. Аристархов, Ю. П. Кривоносов, Е. А. Рабичев.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС». — № 2012122751/06; заяв. 01.06.2012 г.; опубл. 10.12.2013 г., бюл. № 10. — 7 с.
9. Пат. № 2455586 Российская Федерация, МПК F25B 49/02, F25B 1/00, F25B 39/04 от 29.11.2010 г. Способ охлаждения конденсатора компрессионного холодильника (варианты) / Лемешко М. А., Русяков Д. В., Корниенко Ф. В., Пахнюк В. А., Соколов Д. В., Лалетин В. И. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС». — № 2010148815/06, заяв. 29.11.2010; опубл. 10.07.2012 г.
10. Пат. № 2458291 Российская Федерация, F25B 1/00, F25B 39/04 от 13.11.2010 г. Способ охлаждения конденсатора компрессионного холодильника / Лемешко М. А., Петросов С. П., Кожемяченко А. В., Алехин С. Н., Лалетин В. И., Корниенко Ф. В., Петросов Р. С., Лемешко А. М. Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС». — № 2010146366/06, заяв. 13.11.2010 г.; опубл. 25.05.2012 г.

11. Кожемяченко, А.В. Снижение энергопотребления бытового холодильного прибора путем интенсификации охлаждения конденсатора / Кожемяченко А. В., Лемешко М. А., Рукасевич В. В., Шерстюков В. В. // Инженерный вестник Дона. — 2013. — Т. 24. — № 1. — С.60–65
12. Пат. Российская Федерация № 2521424, МПК F25B49/02, F25D29/00 27.06.2014 г. Способ охлаждения конденсатора компрессионного холодильника / Лемешко М. А., Кожемяченко А. В., Рукасевич В. В., Шерстюков В. В., Романова М. И., Дейнека И. Г., Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ЮРГУЭС». — № 2013111167/06, 12.03.2013 г., заяв 12.03.2013 г.; опубл. 27.06.2014 г.
13. Бабакин, Б. С., Выгодин В. А. Бытовые холодильники и морозильники, 2000 г., с. 104–105.
14. Пат. № 2570533 С1 Российская Федерация, МПК F25D11/02. Бытовой холодильник с подвижным конденсатором / Лемешко, М. А., Кожемяченко, А. В., Урунов, с. Р.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «ДГТУ». — № 2014154241/06,; заяв. 29.12.2014; опубл. 10.12.2015 Бюл.№ 34.

# Молодой ученый

Международный научный журнал

Выходит два раза в месяц

№ 6 (110) / 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.  
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.  
Коварда В. В.  
Комогорцев М. Г.  
Котляров А. В.  
Кузьмина В. М.  
Кучерявенко С. А.  
Лескова Е. В.  
Макеева И. А.  
Матроскина Т. В.  
Матусевич М. С.  
Мусаева У. А.  
Насимов М. О.  
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)  
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)  
Игиснинов Н. С. (Казахстан)  
Кадыров К. Б. (Узбекистан)  
Кайгородов И. Б. (Бразилия)  
Каленский А. В. (Россия)  
Козырева О. А. (Россия)  
Колпак Е. П. (Россия)  
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.

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](mailto:info@moluch.ru); <http://www.moluch.ru/>

**Учредитель и издатель:**

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 10.04.2016. Тираж 500 экз.

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