

ISSN 2072-0297



МОЛОДОЙ[®] УЧЁНЫЙ

международный научный журнал



29
2016
Часть I

16+

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал

Выходит еженедельно

№ 29 (133) / 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

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

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 Хуснидин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

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

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

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

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

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

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

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

Международный редакционный совет:

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

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

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

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

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

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

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

Гайич Тамара, *доктор экономических наук (Сербия)*

Данатаров Агахан, *кандидат технических наук (Туркменистан)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лю Цзюань, *доктор филологических наук, профессор (Китай)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Хоссейни Амир, *доктор филологических наук (Иран)*

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

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Галина Анатольевна

Ответственные редакторы: Осянина Екатерина Игоревна, Вейса Людмила Николаевна

Художник: Шишков Евгений Анатольевич

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

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

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

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый».

Тираж 500 экз. Дата выхода в свет: 11.01.2017. Цена свободная.

Материалы публикуются в авторской редакции. Все права защищены.

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

На обложке изображен *Иван Владимирович Мичурин* (1855–1935), русский селекционер, автор многих сортов и гибридов плодово-ягодных культур, доктор биологии, заслуженный деятель науки и техники, почётный член Академии наук СССР, кавалер ордена Святой Анны 3-й степени, а также орденов Ленина и Трудового Красного знамени.

Потомственный дворянин и потомственный же садовод, И. В. Мичурин почти все детство провел в семейном саду, в небольшом поместье Вершина возле деревни Долгое Пронского уезда Рязанской губернии, где вместе с отцом ухаживал за обширнейшей коллекцией плодовых растений, собранной еще дедом, Иваном Наумовичем Мичуриным. Рано оставшись без родителей и без средств к существованию, Мичурин не закончил гимназию и пошел работать на железную дорогу, не переставая ухаживать за своими растениями, выписанными из-за границы сортами, выведенными им же самим гибридами. Все силы и средства уходили на приобретение новых земельных участков, которых катастрофически не хватало для полноценной селекционной работы. Мичурин исследовал возможности адаптации вы-

веденных им сортов и гибридов к суровым климатическим условиям и скудным почвам, изучал возможности искусственной полиплодии, вывел учение о доминантности генов, создал теорию подбора исходных форм для скрещивания.

Сразу после революции он обратился к новой власти, которая, оценив его труды, выделила Мичурину средства и персонал для продолжения его работы. Впоследствии на базе питомника, созданного Мичуриным на одном из купленных им участков, был создан Всероссийский НИИ генетики и селекции плодовых растений имени И. В. Мичурина (ВНИИГиСПР РАСХН). В 1932 году город Козлов ещё при жизни Ивана Владимировича был переименован в Мичуринск.

«Мы не можем ждать милостей от природы. Взять их у нее — наша задача» — это высказывание Мичурина относилось к селекции, к ускорению естественного отбора для выведения новых форм растений. И. В. Мичурин вошел в историю как создатель более 300 сортов плодово-ягодных растений.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- Егорова А. А., Эйсер Е. В.**
Формирование универсальных учебных действий на уроках математики 1

ХИМИЯ

- Иминова Д. Е., Нурхалыков И. А.**
Анализ химического состава воды термального источника «Аршан» Уйгурского района Республики Казахстан 4
- Кутлимуротова Н. Х., Умаров Ф. А., Мухамедова Б. И.**
Кондуктометрическое определение железа 8

ИНФОРМАТИКА

- Андреев А. Е., Насонов А. А., Новокщёнов А. А., Аветисян М. О., Мовчан Е. О., Науджюнайте О. Ю.**
Ускорение расчета динамического напряженно-деформированного состояния на графических ускорителях с использованием OpenCL 11
- Иванов К. К., Ефремов А. А., Ващенко И. А.**
Проблема целостности данных в базах данных 15
- Иванов К. К., Раздобудько С. А., Ковалев Р. И.**
Архитектура современных многоядерных процессоров 17
- Иванов К. К., Юрченко Р. Н., Ярмонов А. С.**
Алгоритмы шифрования данных 18
- Иванов К. К., Юрченко Р. Н., Ярмонов А. С.**
Угрозы безопасности информации в автоматизированных системах 20
- Иванов К. К., Юрченко Р. Н., Ярмонов А. С.**
Защита информации в автоматизированных системах 22

- Исрафилов Х. С.**
Применение нейронных сетей в распознавании рукописного текста 24

- Макарова Е. В.**
Использование технологий web 2.0 на уроках информатики и ИКТ как фактор, способствующий повышению познавательной активности учащихся 27

- Москалев Н. С.**
Виды архитектур нейронных сетей 30

- Нагиева А. Ф.**
Корпоративные сети и проблемы безопасности 34

- Рудниченко А. К., Кошелев С. О.**
Использование OLE-объектов в документах Microsoft Word как средство распространения вредоносных программ. Методы защиты от них 36

- Сорока В. Г., Фатеев Д. С.**
Исследование принципов работы программ распознавания музыки, используемых в современных приложениях 38

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Бабенко М. Г., Кияшко Е. С., Голиков С. В., Стрекозова С. Ю., Гудиева Н. Г.**
Разработка эффективных методов реализации псевдослучайных последовательностей в системе остаточных классов 41

- Банкулов К. А., Михалева Ю. С., Сидоркин Д. О.**
Анализ комплексной транспортной системы наземного пассажирского транспорта города-героя Волгограда 45

Бухонов Д. О., Васильев А. В. Определение основных точек негативного воздействия акустического излучения в условиях жилой застройки промышленного района г. Самара.....	47	Калинина Т. О., Полякова В. Ю., Кичин К. В. Создание оптимальных тепловых условий в теплицах в зимний период	81
Быченков А. В., Малюков В. А., Куликов А. В. Снижение транспортных затрат за счет использования оптимальной технологической схемы перевозки сухих строительных смесей..	50	Ковалев А. М., Федоров М. Е. Исследование времени простоя автомобиля в ожидании погрузки на примере контейнерного терминала ОАО «Новорослесэкспорт»	86
Вороньжева А. В. Зависимость толщины теплоизоляционного слоя в многослойных ограждающих конструкциях от теплопроводности материала.....	54	Кодиленко А. С., Ширяев С. А., Рябов И. М., Привалов П. Ю. Исследование транспортного процесса при доставке светлых нефтепродуктов на автозаправочные станции	90
Ганзин С. В., Сидоркин Д. О., Банкулов К. А. Пути развития парковочного пространства в центральной части города Волгограда	58	Козикова А. А. Велокультура в крупных мегаполисах России и зарубежья	93
Гребнева В. А., Вихров А. И. Применение метода ступенчатых изотерм для прогнозирования ползучести экструдированной полипропиленовой армирующей георешетки, используемой в строительстве	62	Куликов А. В., Макушкина Е. Н., Шляхтурова А. Г. Организация перевозки песка в системе дорожного строительства Волгоградской области	95
Григорьев С. И., Анисимов Е. Е. Перспективы эксплуатации электромобилей на Крайнем Севере	67	Куликов А. В., Малюков В. А., Быченков А. В. Совершенствование организации перевозки кислорода в баллонах в условиях г. Волгограда.....	99
Даненова Г. Т., Зияшева А. М., Альжанова А. У., Жарилхасинова Д. К. Методы и технологии моделирования технических систем	70	Куликов А. В., Шляхтурова А. Г., Макушкина Е. Н. Совершенствование организации перевозки асфальтобетонной и цементобетонной смесей на объекты дорожного строительства	105
Довыдовский В. А. Современные дизельные двигатели. Топливная система	73	Лысенко В. С., Гафаров А. А., Смородин Г. С. Моделирование характеристик солнечного модуля.....	109
Захаренко В. А., Татевосян А. С., Лукачева А. А. Цепно-полевой подход к анализу переходных процессов в системе «индуктор — электропроводная поверхность»	75	Мирошник В. Ю., Соколов П. С. Проектирование релейной защиты понижающей подстанции с применением имитационного моделирования аварийного режима	112

МАТЕМАТИКА

Формирование универсальных учебных действий на уроках математики

Егорова Антонида Александровна, учитель математики;

Эйснер Елена Викторовна, учитель математики

МАОУ Тисульская средняя общеобразовательная школа № 1 (Кемеровская обл.)

Объём информации в современном мире растёт в геометрической прогрессии, поэтому знания, полученные в школе, через достаточно короткое время устаревают и нуждаются в коррекции. На первое место теперь выходит не результат самого обучения в виде каких-то конкретных знаний по определённым предметам, а умение учиться. Поэтому Федеральным государственным образовательным стандартом основного общего образования приоритетными результатами определены личностные и метапредметные универсальные учебные действия как средство саморазвития и самосовершенствования школьников.

Универсальные учебные действия — это действия, обеспечивающие овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу умения учиться.

Универсальные учебные действия — это обобщенные действия. В широком значении это умение учиться. В более узком понимании это совокупность способов действия учащегося, обеспечивающих его способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, включая организацию этого процесса. [4]

Универсальные учебные действия у обучающихся на уроках математики формируются путем вовлечения детей в активный процесс изучения математики. При этом предполагаемое движение должно происходить в четырех направлениях, подразумевающих развитие **познавательных УУД, регулятивных УУД, коммуникативных УУД и формирование личностных результатов.**

1. *Формирование познавательных действий*, определяющих умение ученика выделять тип задач и способы их решения: ученикам предлагается ряд задач, в котором необходимо найти схему, отображающую логические отношения между известными данными и искомыми. Предметом ориентировки и целью решения математической задачи становится не конкретный результат, а установление логических отношений между данными и искомыми, что обеспечивает успешное усвоение общего способа решения задач.

В процессе вычислений, измерений, поиска решения задач у учеников формируются:

- основные мыслительные операции: анализ, синтез, классификация, сравнение, аналогии;
- умение различать обоснованные и необоснованные суждения;
- обосновывать этапы решения учебной задачи;
- производить анализ и преобразование информации, используя простейшие предметные, знаковые, графические модели, таблицы, диаграммы, строя и преобразовывая их в соответствии с содержанием задания. [4]

2. *Коммуникативные действия*, которые обеспечивают возможности сотрудничества учеников: умение слушать и понимать партнера, планировать и согласованно выполнять совместную деятельность, распределять роли, взаимно контролировать действия друг друга и уметь договариваться (работа в парах, группах).

В процессе изучения математики осуществляется знакомство с математическим языком, формируются речевые умения: дети учатся высказывать суждения с использованием математических терминов и понятий, формулировать вопросы и ответы в ходе выполнения задания, доказательства верности или неверности выполненного действия, обосновывают этапы решения учебной задачи. Работая в соответствии с инструкциями к заданиям учебника, дети учатся работать в парах, выполняя заданные в учебнике проекты в малых группах. [4]

3. *Формирование регулятивных действий — действий контроля*: приемы самопроверки и взаимопроверки заданий. Учащимся предлагаются тексты для проверки, содержащие различные виды ошибок (графические, вычислительные и т. д.). В процессе работы ребенок учится самостоятельно определять цель своей деятельности, планировать ее, самостоятельно двигаться по заданному плану, оценивать и корректировать полученный результат.

4. *Личностные действия*: самостоятельно определять и высказывать самые простые общие для всех людей правила поведения при общении и сотрудничестве (этические нормы общения и сотрудничества).

Решение любой математической задачи требует четкой самоорганизации:

- точного осознания цели;
- работы по готовому алгоритму (плану) или по самостоятельно созданному;
- проверки результата действия (решения задачи);
- коррекции результата в случае необходимости. [4]

Виды заданий, формирующие регулятивные УУД:

- «преднамеренные ошибки»;
- поиск информации в предложенных источниках;
- самоконтроль и взаимоконтроль;
- взаимный диктант;
- диспут. [3]

Виды заданий, формирующие познавательные УУД:

- «найди отличия»;
- «поиск лишнего»;
- «лабиринты»;
- хитроумные решения;
- составление схем-опор;
- работа с разного вида таблицами, графиками;
- составление и распознавание диаграмм;
- работа со словарями. [3]

Виды заданий, формирующие коммуникативные УУД:

- составить задание партнеру;
- оценка работы товарища;
- групповая работа по выполнению заданий; «подготовь рассказ...», опиши устно...», «объясни...»;
- парный опрос; [3]

Ключевой точкой в образовании становится опыт деятельности ребенка. Для реализации в полной мере новых подходов, развивающего потенциала школьного курса математики помогут применение современных образовательных технологий, таких как проблемное обучение; поисково-исследовательская технология обучения; модульная технология; технология оценивания учебных успехов, коллективная система обучения, информационно-коммуникационные технологии и т. д.

На своих уроках мы используем задания, которые успешно формируют универсальные учебные действия. Приведем пример таких заданий.

Примеры заданий, направленных на развитие познавательных УУД.

Анализ отношений

В каждом задании курсивом напечатаны пять слов. Под этим списком должны стоять ещё четыре слова, разбитые на две пары. Из этих четырех слов даны только три. Выберите из списка одно слово, которое нужно поставить вместо знака вопроса, чтобы найденное четвертое слово находилось с третьим в таком же отношении, что и первое со вторым. [1]

1. *Величина, количество, цифра, счет, номер.*

Слово — буква.

Натуральное число —? (цифра)

2. *Числа, девять, символы, десять, бесконечное множество.*

Алфавит — тридцать три.

Цифры —? (десять)

3. *Температура, масса, цифра, количество предметов, величина.*

Слово — суть.

Натуральное число —? (количество предметов)

4. *Разность, умножение, произведение, деление, частное.*

Слагаемое — сумма.

Множитель —? (произведение)

5. *Минуты, секунды, время, стрелки, цифры.*

Термометр — температура.

Циферблат —? (время)

6. *Шкала, сантиметр, прямая, длина, деления.*

Весы — масса.

Линейка —? (длина)

7. *Координата, начало, единичный отрезок, направление, шкала.*

Мороженое — порция.

Координатный луч —? (единичный отрезок)

Классификация

1. Даны числа:

12, 0, 15, 1, 8, 5, 2, 3, 44.

Распределите их по следующим признакам:

- однозначные числа _____
- двузначные числа _____
- натуральные числа в порядке возрастания _____
- целые числа _____
- цифры _____

2. В каждом из четырех данных ниже списков подчеркните лишнее слово.

- Отрезок, прямая, луч, треугольник, фигура, квадрат.
- Сантиметр, миллиметр, дециметр, длина, метр, километр.

— Тонна, центнер, масса, грамм, пуд.

— Треугольник, прямоугольник, многоугольник, квадрат, пятиугольник.

3. В каком отношении находится подчеркнутое слово в каждом из списков к заданию 2 с остальными словами из списка?

Сравнение

Укажите в таблице как можно больше общих свойств понятий «отрезок», «луч», «прямая» и как можно больше различий.

Общие свойства	Различия		
	отрезок	луч	прямая

Классификация

1. Разбейте данные ниже слова на два столбика и озаглавьте каждый столбик.

— Слагаемое, вычитаемое, сумма, частное, множитель, уменьшаемое, делитель, произведение, разность.

(Один столбик можно озаглавить «компонент действия», а другой — «результаты действий».)

2. Укажите, какое из выражений в блоках 1 и 2 лишнее для данного блока. Сформулируйте признак, по

которому выбиралось это «лишнее». Если у вас есть несколько вариантов ответа, то укажите хотя бы два из них.

— блок 1

а) $a+b=b+a$; б) $a \cdot b=b \cdot a$; в) $a+(b+c)=(a+b)+c$.

(1 вариант: лишнее равенство б), так как в нем одним используется операция умножение; 2 вариант: лишнее равенство в), так как только оно не выражает переместительного закона.

— блок 2

а) $3a+5$; б) $14x+13x$; в) $25m+m$; г) $34 \cdot 17+66 \cdot 17$; д) $100a - a$.

(1 вариант: лишнее выражение г), так как только в нем не использованы буквы; 2 вариант: лишнее выражение а), так как только его нельзя упростить, применяя распределительное свойство.)

Проверяя это упражнение, учитель должен разъяснить ребятам, что признак классификации может быть выбран каким угодно. Важно только одно — каждый объект, вошедший в ту или иную группу, должен соответствовать этой группе по выбранному признаку классификации.

3. Даны три ряда чисел. Укажите, по какому правилу составлен каждый ряд чисел, и продолжите его еще на три числа в соответствии с этим правилом.

а) 1,3,5,7,9,11, ...

б) 1,2,4,5,7,8,10, ...

в) 2,4,6,8,10,12, ...

4. Укажите, какой из рядов в третьем задании окажется лишним.

Построение умозаключений

Исходя из истинности двух посылок, построить умозаключение относительно величин, между которыми стоит знак вопроса.

а) А больше Б на 3. Б меньше В на 4. В? А.

б) А больше Б на 5. Б больше В на 4. В? А.

в) А меньше Б в 2 раза. Б больше В в 8 раз. А? В.

г) А больше В в 4 раза. Б меньше В в 3 раза. Б? А.

д) А больше Б в 6 раз. Б меньше В в 6 раз. В? А.

е) А больше Б на 3. В меньше А в 4 раза. Б? В.

Примеры заданий, направленных на развитие регулятивных УУД.

1. а) Ученик решал уравнение $16 \cdot 2x = 4$ так:

$$16 \cdot 2x = 4$$

$$2x = 16: 4$$

$$2x = 4$$

$$x = 4: 2$$

$$x = 2$$

Найди ошибку в решении.

б) Два ученика решали уравнение $2(x+1) = 18$ так:

$$2(x+1) = 18 \quad 2(x+1) = 18$$

$$2x+1 = 18 \quad 2x+2 = 18$$

$$2x = 18 - 1 \quad 2x = 18 - 2$$

$$2x = 17 \quad 2x = 16$$

$$x = 17: 2 \quad x = 16: 2$$

$$x = 8,5 \quad x = 8$$

Найди верное решение. Объясни свой выбор. Сделай проверку.

Контроль в форме сравнения способа действия и его результата с заданным эталоном с целью обнаружения отклонений от эталона и внесение необходимых корректив.

Примеры заданий, направленных на развитие коммуникативных УУД

Применяем такие задания, как:

— составь задание партнеру

— отзыв на работу товарища

— групповая работа по составлению кроссвордов

— подготовь рассказ на тему...

— объясни ...

Развиваем умения задавать вопросы, формируем умения поиска ответа, пробуждая потребность познаний, приобщая школьника к умственному труду

• Задание «На какой вопрос дан ответ?»

Ученик выходит к доске, вслух отвечает на вопрос, написанный на карточке.

Например:

это число делится на два (какое число называется четным?)

надо к собственной скорости прибавить скорость течения (как найти скорость по течению) [5,6]

Систематическое использование подобных заданий развивает у учащихся логическое и критическое мышление, коммуникативные навыки, умение анализировать и классифицировать информацию.

Литература:

1. Асмолов, А. Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя [Текст]/А. Г. Асмолов. — М.: Просвещение, 2010. — 159 с.
2. Красильникова, В. А. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: учебное пособие [Текст]/В. А. Красильникова. — М.: ООО «Дом педагогики», 2006. — 231 с.
3. Сапегина, И. В. Организация процесса обучения математике в 5–6 классах, ориентированного на понимание: дис. кандидата педагогических наук [Текст]/И. В. Сапегина. — СПб., 2002. — 151 с.
4. Федеральный государственный образовательный стандарт общего основного образования. — М.: Просвещение, 2011. — 48 с.
5. А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонский, М. С. Якир Математика [Текст]: 5 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений-М.: Вентана-Граф, 2013.—256 с. ил.
6. А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонский, М. С. Якир Математика [Текст]: 6 класс: учебник для учащихся общеобразовательных учреждений-М.: Вентана-Граф, 2013.—304 с. ил.

ХИМИЯ

Анализ химического состава воды термального источника «Аршан» Уйгурского района Республики Казахстан

Иминова Дилраба Етахуновна, магистр, специалист высшего уровня
Государственный университет имени Шакарима города Семей (Казахстан)

Нурхалыков Ильяр Абдухалыкович, преподаватель
ГУ «Средняя школа имени И. Таирова» с. Байсеит (Казахстан)

Республика Казахстан располагает богатыми курортными ресурсами.

По данным отдела курортологии КазНИИ кардиологии, в республике изучено около 500 выходов лечебных минеральных вод, 78 грязевых озер и 50 климатических местностей. Так, на северных склонах Заилийского Алатау выявлены термальные сульфатно-гидрокарбонатные натриевые (Алма-Арасан) и йодобромные, хлоридные кальциево-натриевые воды (к северу от г. Алма-Аты), на северных склонах Джунгарского Алатау — термальные радоновые хлоридно-сульфатные натриевые, содержащие азот воды (Джаркент-Арасан, Капал-Арасан). На востоке республики находятся сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые (Рахмановские Ключи) и термальные хлоридно-сульфатные кальциево-натриевые (Барлык-Арасан) источники. На юге Казахстана обнаружены термальные азотные гидрокарбонатные натриевые воды (Сарыагач), радоновые сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридные натриевые (Мерке). На севере республики, в Кустанайской области, в последние годы в лечебных целях широко стали применять среднеминерализованную сульфатно-хлоридную натриевую воду источника на территории санатория «Сосновый бор».

В республике имеются все виды бальнеологических групп минеральных вод, за исключением группы углекислых. Большинство их относится к бальнеологической группе вод без специфических компонентов и свойств, физиологическое действие которых на больного обусловлено главным образом повышенным содержанием анионов и катионов [1].

По всему миру рассредоточено огромное количество городов-курортов на термальных водах, которые славятся своими целебными свойствами. Состав вод каждого источника разный. Среди них самые знаменитые с химическими составами представлены в таблице 1.

В Уйгурском районе (г. Чунджа) между Кетменьскими горами и долиной реки Или расположены термальные ар-

тезианские источники со слабоминерализованной радоновой водой обладающей лечебными свойствами. Все горячие источники питаются водой, которая подогревается магматическими интрузиями в районах активного вулканизма.

В данной местности насчитывается приблизительно 140 таких источников. Известно, что множество миллионов лет назад неподалеку от Алматы находился большой вулкан. Его кальдера обладала размером, исходя из различных источников, от 9 до 16 км. Следы прошлых извержений можно наблюдать по пути к Чундже — массив Бугуты стал остаточным явлением древнего вулкана. Вулкан потух больше 200 миллионов лет назад, однако каналы с магмой не были целиком закрыты. Они и осуществляют нагрев воды, которая после поднимается на поверхность под огромным давлением [2].

Термальные минеральные источники или горячие источники Чунджи подразделяются на: тёплые (20–37 °С), горячие (37–50 °С) и очень горячие (50–100 °С).

Целью исследования является определение и изучение химического состава воды термального источника «Аршан» с использованием новейших достижений аналитической химии.

Методы исследования

Исследование термальных вод проводилось в 2016 г. Отбор проб воды для анализа объемом 0,5 литр производился осенью в специально подготовленную тару с подкислением сверхчистой HNO_3 до $\text{pH}=2$. Отобраны воды из термального источника «Аршан» (вблизи г. Чунджа), Уйгурского района, Алматинской области который находится в 300 км от г. Алматы в восточном направлении. Исследования проводились в Испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «Научный центр радиоэкологических исследований» Государственного университета им. Шакарима города Семей.

Таблица 1. Термальные источники мира

Курорты Элементы	Бюкфюрдо (Венгрия)	Татсманс дорф (Австрия)	Карлова Вары (Чехия)	Баден-Баден (Германия)	Шинц нах (Швейцария)	Пятигор- ский ГНИИК РОСЗДРАВА (Россия)
Калий	280,0	8,0	0,69	70,5	16,0	24,1
Натрий	4220,0	17,08	4,6	770,0	370,0	1020,8
Кальций	93,0	6,29	10,5	120,0	384,0	8,3
Магний	45,5	-	4,9	5,5	83,0	1,5
Железо	0,46	-	0,38	-	-	0,2
Марганец	<0,02	-	-	-	-	0,02
Литий	3,0	-	-	5,24	0,6	0,32
Барий	-	-	-	3,8	-	0,12
Стронций	-	-	0,06	0,72	5,5	0,9
Рубидий	-	-	-	0,6	-	-
Хлориды	2390,0	328,8	2,3	1310,0	525,0	780,1
Сульфаты	880,0	267,1	29,6	150,0	1050,0	215,8
Нитраты	<1	3,61	4,9	-	0,05	-
Гидрокарбонаты	724,0	926,0	18,0	-	353,0	1098,4
Бромид	7,5	1,27	-	3,1	0,1	3,0
Иодид	1,26	-	-	-	0,02	0,3

Анализ химического состава воды выполнен действующими ГОСТами, СТ РК и методиками Республики Казахстан. Отбор проб воды осуществлялся по СТ РК ГОСТ Р 51592–2003 Вода. Общие требования к отбору проб. Содержание хлорид ионов и общая щелочность были определены по ГОСТ 26449.1–85, сульфат ионы по ГОСТ 4389–72, жесткость воды по ГОСТ 4151–72 титриметрическим и гравиметрическим методами. Полный элементный состав определялся методом индуктивно связанной плазменной масс-спектрометрии с (ICP-MS) по СТ РК ИСО 17294–2–2006. Индуктивно связанный плазменный масс-спектрометр фирмы «VARIAN», производства Австралии современное оборудование. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой — это разновидность масс-спектрометрии, отличающаяся высокой чувствительностью и способностью определять ряд металлов и неметаллов в концентрациях до 10⁻¹⁰%, т. е. одну частицу из 10¹². Метод основан на использовании индуктивно-свя-

занной плазмы в качестве источника ионов и масс-спектрометра для их разделения и детектирования. ИСП-МС также позволяет проводить изотопный анализ выбранного иона [3].

Результаты исследований

Органолептические исследования показывают, что вода прозрачная, без примесей, на вкус минеральная, на ощупь жирная.

Результаты общего химического анализа и элементного состава приведены в таблицах 2 и 3.

Из таблицы 2 среда воды термального источника слабощелочная pH=8,2. Концентрация хлоридов составило 173,25 мг/л, сульфатов 225,5 мг/л, гидрокарбонатов 974,32 мг/л. Общая жесткость воды 1,3 мг/л, щелочность 6,4 ммоль/л, количество сухих остатков 858,0 мг/л, минерализация 558,0 мг/л. Основными компонентами ани-

Таблица 2. Общий химический анализ воды

Компоненты	Ед. изм	Фактически получено
pH	pH	8,2
Хлориды	мг/л	173,25
Сульфаты	мг/л	225,5
Щелочность	ммоль/л	6,4
Общая жесткость	мг/л	1,3
Гидрокарбонаты	мг/л	974,32
Сухой остаток	мг/л	858,0
Минерализация	мг/л	558,0

Таблица 3. Элементный состав воды

Наименование химического элемента	Ед. измерения	Фактически получено
Натрий	мг/л	9874,44
Магний	мг/л	93,25
Алюминий	мг/л	38,66
Кремний	мг/л	6485,58
Фосфор	мг/л	634,13
Сера	мг/л	4763,13
Калий	мг/л	1215,91
Кальций	мг/л	8488,7
Титан	мг/л	46,72
Ванадий	мг/л	3,14
Хром	мг/л	3,72
Марганец	мг/л	2,77
Железо	мг/л	112,81
Кобальт	мг/л	0,008
Никель	мг/л	0,18
Медь	мг/л	1,85
Цинк	мг/л	14,77
Германий	мг/л	6,86
Мышьяк	мг/л	3,28
Рубидий	мг/л	1,52
Стронций	мг/л	6,25
Молибден	мг/л	34,23
Серебро	мг/л	0,65
Кадмий	мг/л	0,03
Олово	мг/л	32,53
Сурьма	мг/л	3,58
Барий	мг/л	2,23
Свинец	мг/л	2,08

онной части являются серосодержащие, хлорсодержащие и гидрокарбонатные ионы. Помимо общего химического состава большой интерес представляют данные по элементному составу вод (таблица 3).

По данным таблицы 3 вода термального источника «Аршан» богата элементами как натрий, кремний, калий, кальций, сера, железо, фосфор, магний и т. д.

Содержание натрия 9874,44 мг/л, кальция 8488,70 мг/л, кремния 6485,58 мг/л, серы 4763,13 мг/л, калия 1215,91 мг/л, фосфора 634,13 мг/л, железо 112,81 мг/л, магния 93,25 мг/л. Содержания других макроэлементов (Al, Ti, V, Cr, Mn, Cu, Zn, Ge, As, Rb, Sr, Mo, Sn, Sb, Ba, Pb) от 1,52 до 46,72 мг/л. Концентрации Ni, Co, Ag и Cd находятся в диапазоне 0,008–0,65 мг/л.

Благодаря сложности состава они оказывают многогранное действие на организм человека. **Сульфат-ион** способствует замедлению и уменьшению развития дегенеративных и дистрофических изменений в печени при ее токсическом поражении фосфором и тяжелыми металлами. На желудочную секрецию он оказывает тормозящее влияние. **Щелочность** воды способствует разжижению и удалению образующейся слизи, оказывает благоприятное влияние при диабете, уменьшая содержание са-

хара в крови и моче. Гидрокарбонаты благоприятно действуют на нуклеиновый обмен, способствуют повышению растворимости мочевой кислоты и ее удалению. Это позволяет успешно лечить больных подагрой. **Кремниевая кислота** в установленной дозе является активным бальнеофактором, оказывающим седативное, противовоспалительное, болеутоляющее и антиоксидантное — действие. Способствует эффективному лечению кожных заболеваний, травматических повреждений и некоторых заболеваний желудочно-кишечного тракта. **Ион натрия** играет важную роль в водно-солевом обмене, способствуя задержке воды в организме, уменьшая диурез. **Ион калия** принимает активное участие в работе нервной системы человека, его мышц, управляет балансом кислот, электролитов и жидкости. Важную роль играет в передаче нервных импульсов и если в организме не хватает калия, возможны скачки давления, риск инсульта. Калий поддерживает сбалансированную среду в клетках. Без **железа** человеческий мозг начинает ощущать нехватку кислорода, за транспортировку которого и отвечает этот микроэлемент. У людей с нехваткой в организме железа ухудшается память, они апатичны, бледны, соображают медленно, утрачивается абстрактное мышление, теряется внимание.

Кальций необходим для того, чтобы кости и зубы оставались крепкими, участвует в правильном сокращении мышц (сердечной в том числе), в расщеплении белков и жиров. Неорганический фосфор входит в состав костной ткани, поддерживает кислотно-щелочное равновесие. Соединения фосфора являются частью нуклеиновых кислот, принимают участие в росте клеток, хранении генетической информации. Магний обладает кардиопротекторной функцией, благоприятно влияя на сердце, улучшая снабжение миокарда кислородом. Вместе с тем магний имеет сосудорасширяющее действие и снижает давление. Магний препятствует сосудистым осложнениям при диабете, способствует снятию бронхоспазма, благотворно влияет на репродуктивную функцию женщины, предотвращая развитие гестозов и выкидышей.

Лечебные свойства воды:

I. Основные показания для лечебного и профилактического питья минеральных вод (вне фазы обострения).

Заболевания органов пищеварения:

1. хронические гастриты с повышенной, недостаточной, сохраненной секреторной функцией и нарушением моторно-эвакуаторной функцией желудка вне фазы обострения;

2. функциональные заболевания желудка с нарушением секреторной моторно-эвакуаторной функции желудка вне фазы обострения;

3. язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки в стадии ремиссии;

4. хронические колиты, энтероколиты различной этиологии кроме стенозирующих, язвенных, туберкулезных;

5. функциональные заболевания кишечника с нарушением двигательной и эвакуаторной функции;

6. хронические заболевания печени и желчевыводящих путей.

Заболевания мочеполовой системы в период ремиссии:

1. хронический цистит;

2. мочекаменная болезнь;

3. хронический пиелонефрит.

Болезни обмена веществ и эндокринной системы:

1. Ожирение;

2. Сахарный диабет легкой формы;

3. подагра;

4. тиреотоксикоз первичного и вторичного генеза, легкой степени.

Профессиональные отравления тяжелыми металлами.

Стоматологические заболевания: кариес, стоматиты.

II. Показания для бальнеолечения.

Заболевания сердечно-сосудистой системы атеросклеротического и воспалительного характера: хроническая ИБС-стенокардия напряжения I, II функциональные классы, состояние после перенесенного миокардита, гипертоническая болезнь I–II стадии при недостаточности кровообращения не выше I стадии и др.

Заболевания центральной и периферической нервной системы — невриты, ишалгии, пояснично-крестцовый радикулит.

Заболевания опорно-двигательного аппарата воспалительного и дегенеративного характера (ревматоидный полиартрит, дегенеративные процессы в суставах и позвоночнике).

Заболевания женской половой сферы.

Заболевания кожи: дерматиты, дерматозы [4].

Заключение

По бальнеотерапевтическим показателям воды термального источника «Аршан» не уступают многим известным курортам Европы, Сибири и Восточной Азии. По результатам исследований воды из термального источника «Аршан» являются лечебно-столовыми, слабуминерализованными, слабощелочными термальными водами сложного гидрокарбонатно — сульфатно — хлоридного натриево-кальциевого состава. Так же очень богата полезными элементами для организма как натрий, кремний, калий, кальций, сера, железо, фосфор, магний и т. д.

В настоящее время в данной местности имеются около тридцати зон отдыха: «Мираж», «Premium SPA Resort», «Кашкар», «Тумар», «Деревушка», «Рахимжан», «Қара дала», «Люкс» и д. р. Одной из первых открывшихся зоной отдыха является «Мираж». Приезжают сюда с целью лечения не только Казахстанцы но и гости из зарубежных стран.

Литература:

1. Минеральные воды Казахстана [электронный ресурс] URL: <http://filtroinfo.ru/o-vode/mineral-ny-e-vody-istochniki-kazahstana.html> (Дата обращ. 05.12.2016 г.)
2. Горячие источники Казахстана. [электронный ресурс] URL: <http://springhot.ru/goryachie-istochniki-kazahstana.html> (Дата обращ. 15.12.2016 г.)
3. Википедия [электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Дата обращ. 15.12.2016 г.)
4. Микроэлементы [электронный ресурс] URL: <http://vsegdazdorov.net/story/mikroelementy> (Дата обращ. 15.12.2016 г.)

Кондуктометрическое определение железа

Кутлимуротова Нигора Хакимовна, кандидат химических наук, старший преподаватель;
Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека (г. Ташкент)

Умаров Фахриддин Абдулазиз угли, преподаватель
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Мухамедова Бусора Ибрагимовна, кандидат химических наук, доцент
Ташкентской фармацевтической институт (Узбекистан)

Рассмотрены методики кондуктометрического определения железа раствором аскорбиновой кислоты на различных по кислотно-основным свойствам фоновых электролитах и буферных смесях. Полученные экспериментальные результаты обработанные методами математической статистики, позволили определить железо (III) раствором аскорбиновой кислоты.

Кондуктометрические методы анализа по сравнению с другими методами анализа имеют следующие преимущества: они дают возможность: без больших затруднений проводить определение не только в прозрачных, но и в окрашенных и мутных растворах, а также в присутствии окислителей и восстановителей, проводить исследование не только водных, но и неводных и смешанных водно-органических средах, сравнительно легко осуществлять автоматизацию процессов титрования; во многих случаях избежать отделения примесей, обычно мешающих определению другими методами; производить дифференцированное титрование смесей электролитов, что невозможно осуществить другими методами [1].

Железо и его соединения получили широкое применение в различных отраслях техники и народного хозяйства, что обусловлено всё возрастающей ролью и масштабов его производства. Широкое применение железа в промышленности, фармацевтике и медицине, а также непосредственный контакт с ним человека определили интерес учёного мира к изучению его биологического действия [2].

Поэтому интенсивное развитие науки, техники и промышленности на современном этапе выдвигает перед химиками-аналитиками задачи по созданию новых и совершенствованию существующих методов анализа с улучшенными метрологическими характеристиками и возможностью их использования в широком интервале определяемых концентраций железа в различных по природе промышленных и биологических материалах, а также других объектах.

Одним из направлений решения вышеуказанных задач является кондуктометрия, обладающая высокой правильностью, воспроизводимостью, экспрессностью, надёжностью, широкими диапазонами определяемых концентраций металлов и простотой аппаратного и методического оформления.

В связи с этим представляло интерес определение макро — и микрограммовых количеств железа в различных по природе модельных смесях, реальных объектах и природных материалах.

Экспериментальная часть

Методика определения железа (III). При выполнении эксперимента был использован 0,1 М раствор железа (III) для приготовления, которого брали его хлоридную соль, растворяли в воде и доводили его объем до метки бидистиллятом в мерной колбе (100 мл).

Для определения железа (III) использовали 0,1 М раствор аскорбиновой кислоты. После проведения такой предварительной подготовительной операции приступили к реализации кондуктометрической методики определения железа раствором аскорбиновой кислоты.

0,1 н. раствор аскорбиновой кислоты готовили растворением 8,85 г его в 1 л бидистиллированной воды, к которому добавлено 0,1 г комплексона (III) 0,4 мл муравьиной кислоты [3].

Используемая аппаратура, металлы, реагенты и растворы. Для титрования железа (III) раствором аскорбиновой кислоты с целью установления значений pH среды — были применены иономер универсальный ЭВ-74 и pH-метр pH/mV/TEMP Meter P25 EcoMet корейского производства. В работе были использованы кондуктометр КЭЛ — 1 М 2, ячейка C₁_0,1009, емкостью 20,0 мл, магнитная мешалка марки М М 3 М-5065 и микробюретка первого класса точности.

Все применяемые реактивы имели квалификации «ос. ч.», «х. ч.» и «ч. д. а». Стандартные растворы железа и других применяемых в работе металлов с концентрацией 1,0 мг/дм³ готовили растворением их азотнокислых солей в бидистиллированной воде. Рабочие же растворы используемых металлов получали последовательным разбавлением их исходных крепких растворов перед началом проведения эксперимента.

Результаты и обсуждение

Кондуктометрическом титровании происходит изменение общей концентрации электролитов и соответственно электропроводность анализируемого раствора. На основе полученных при титровании данных строят

график, где по оси абсцисс откладывают число миллилитров пошедшего рабочего титрующего раствора реагента, а ординат — электропроводность всей исследуемой системы. Анализируемый раствор титруют равными порциями титранта, отмечая каждый раз его электропроводность. Полученные результаты наносят на график в виде точек и затем соединяют их линиями. Тем самым получают две кривые, пересечение (экстраполяция) которых, соответствует конечной точке титрования. Возможен и другой способ определения точки эквивалентности, где прибор для измерения электропроводности исследуемого раствора соединяют с регистрирующим аппаратом (самописцем) с целью получения более воспроизводимой и непрерывной записи кривой титрования при определении концентрации компонента в анализируемой пробе в процессе проведения кондуктометрического титрования [4].

При подготовке анализируемого раствора в него вводят различные по природе и концентрации фоновых электролитов или буферных смесей, обуславливающих высокую электропроводность исследуемой системы, гашение миграционных токов, лучший массоперенос (транспорт) и другие факторы, влияющие на ход, результаты и другие

физико-химические параметры кондуктометрического титрования [5,6].

Проведенные исследования показали, что характер и форма кривых кондуктометрического титрования железа с помощью аскорбиновой кислоты в анализируемых растворах, содержащих различные по природе и концентрации буферные смеси или фоновые электролиты сильно зависят от pH среды.

Полученные при выполнении эксперимента значения pH среды характерны для реакций комплексообразования железа с аскорбиновой кислотой, протекающих практически количественно, быстро и полно. Если значение этого параметра будет ниже оптимальной величины, то обратимость реакции усилится, а если выше — то она будет протекать еще полнее.

Нами установлено, что при оптимизированной слабощелочной среде (pH 8,25) достаточно хорошо определяется железо (III), образующий наиболее устойчивый комплекс с аскорбиновой кислотой, где конечная точка титрования наблюдается при молярном соотношении компонентов реакции, равном 1:1. Некоторые из полученных результатов приведены в рис. 1 и в таблице 1.

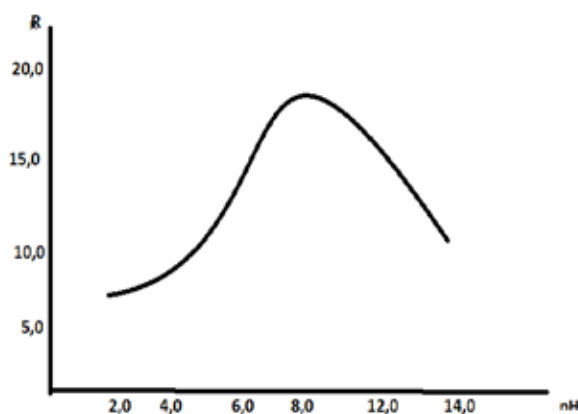


Рис. 1. Результаты кондуктометрического титрования 5,6 мг железа раствором аскорбиновой кислоты в присутствии различных pH среды (1,81–13,86) буферной смеси Бриттона-Робинсона

Однако следует заметить, что при переходе от нейтральных в слабощелочную среду комплексообразование железа (III) и аскорбиновой кислоты улучшается, а при переходе к слабо кислой, ухудшается образование его основных комплексов, что значительно изменяет условия кондуктометрического титрования, соответственно ухудшается вид кривых, а результаты определения становятся менее точными.

Результаты табл. 1 показывают, что найденные концентрации железа (III) при кондуктометрическом титровании раствором аскорбиновой кислоты находятся в строгом соответствии с введенными его количествами. Нами также установлено, что из всех выбранных pH сред наилучшим оказалась слабощелочная среда — буфера, где при определении железа раствором аскорбиновой кислотам относительное стандартное отклонение (Sr) не более 0,019.

При кондуктометрическом титровании железа (III), раствором аскорбиновой кислоты образованы высокоустойчивые комплексы в соответствии с теоретическими предпосылками и соответствующие кривые титрования имеют наилучшие по форме изломы в точки эквивалентности при pH 7,71–8,83.

Для выявления правильности и воспроизводимости кондуктометрического титрования железа раствором аскорбиновой кислоты нами проведено титрование его различных количеств с параллельным повторением каждого определения, (не менее четырех раз) результаты которого приведены в табл. 2.

Как видно из данных таблиц, при титровании миллиграммовых содержаний железа раствором аскорбиновой кислоты получают достаточно правильные и воспроизводимые результаты, причем во всех случаях найденные

Таблица 1. Результаты кондуктометрического титрования 5,6 мг железа (III) раствором аскорбиновой кислоты в присутствии различных количеств буферной смеси Бриттона-Робинсона ($P = 0,95$; $\bar{x} \pm \Delta X$, $n=5$)

Объем буферной смеси, мл	pH среды	Найдено железа (III), мг	Воспроизводимость (S)	Относительное стандартное отклонение (Sr)
2,0	8,25	5,51±0,12	0,08	0,014
3,2		5,54±0,17	0,11	0,019
3,6		5,61±0,11	0,09	0,016
4,0		5,65±0,08	0,07	0,012
4,4		5,63±0,09	0,06	0,011
4,8		5,58±0,08	0,05	0,009
5,2		5,61±0,14	0,09	0,016

Таблица 2. Результаты кондуктометрического титрования различных количеств железа (III) стандартным раствором аскорбиновой кислоты ($P = 0,95$; $\bar{x} \pm \Delta X$; $V_{\text{общ}}=20,0$ мл)

Введено железа (III), мг	Найдено Железа (III), мг	Число параллельных определений (n)	Воспроизводимость (S)	Относительное стандартное отклонение (Sr)
0,56	0,53±0,11	5	0,09	0,169
1,12	1,15±0,09	5	0,11	0,073
2,24	2,25±0,09	4	0,16	0,064
2,80	2,79±0,08	5	0,17	0,061
3,92	3,96±0,08	5	0,18	0,045
5,60	5,62±0,07	5	0,22	0,039
9,52	9,54±0,06	5	0,25	0,026

количества соответствуют его введенным концентрациям с относительным стандартным отклонением (S_r), не превышающим 0,169, что свидетельствует о высокой точности разработанной нами кондуктометрической методики.

С целью изучения степени селективности найдено мешающее влияние следующих катионов, результаты которых показывают, что определению железа (III) мешают

Th (IV), Sc (III) и U (IV) в любых соотношениях, не мешают Na^+ , K^+ (1:500), Mn^{2+} (1:100), Cd^{2+} , (1:50), Bi^{3+} (1:2,5), Zn^{2+} , Ti^{4+} (1:1), Ni^{2+} , Al^{3+} (1:5) соотношениях. Это свидетельствует о высокой избирательности разработанной методики определения железа (III) с аскорбиновой кислотой.

Литература:

1. Худякова, Т. А., Крешков А. П. Кондуктометрический метод анализа. — М.: Высшая школа, 1975. — 207 с.
2. Петров, Ю. М., Старикова О. Б., Куртякова З. Н. Железо в морской воде. Океанология, 1976, № 5, с. 832–854.
3. Коростелев, П. П. Приготовление растворов. М. Наука, 1964, с. 194–195.
4. Худякова, Т. А., Крешков А. П. Теория и практика кондуктометрического и хронокондуктометрического анализа. — М.: Химия, 1976. — 304 с.
5. Мешкова, Л. А. Теоретические основы кондуктометрического анализа солей металлов. — Горький: Наука и техника, 1972. — 236 с.
6. Золотов, Ю. А., Дорохова Е. Н., Фадеева В. И., Алов Н. В., Гармаш А. В., Барбалат Ю. А. Основы аналитической химии. В 2 кн., Кн. 2. Методы химического анализа. — М.: Высшая школа, 2002. — 494 с.

ИНФОРМАТИКА

Ускорение расчета динамического напряженно-деформированного состояния на графических ускорителях с использованием OpenCL

Андреев Андрей Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент;

Насонов Андрей Алексеевич, аспирант;

Новокщёнов Артем Алексеевич, аспирант;

Аветисян Максим Олегович, студент;

Мовчан Евгения Олеговна, студент;

Науджюнайте Ольга Юстасовна, студент

Волгоградский государственный технический университет

Рассмотрен подход к ускорению расчета динамического напряженно-деформированного состояния с использованием графических сопроцессоров и стандарта OpenCL. Реализована вычислительная программа-прототип расчета для пластины с разными вариантами реализации ядер OpenCL, получены оценки ускорения вычислений, намечены пути повышения производительности.

Ключевые слова: моделирование упругих тел, напряженно-деформированное состояние, динамика систем тел, вычислительное ядро, OpenCL, GPU, FPGA

Введение

Одним из подходов к моделированию динамики технических систем является подход, использующий модель системы как совокупность большого числа тел со связями (далее — многотельные модели или системы — MBS). Примером системы инженерного анализа, использующей такой подход, является система ФРУНД, разработанная и развивающаяся в ВолгГТУ [1]. Наряду с моделированием собственно динамики машин, данная система в своих последних версиях также использует междисциплинарное моделирование, в частности, расчет напряжений и тепловой расчет, сопряженные с моделированием динамики [2]. Одним из вариантов решателя динамического напряженно-деформируемого состояния (НДС) в данной системе является экспериментальный решатель, также базирующийся на многотельном представлении системы и оптимизируемый для максимального использования современных технологий параллельных вычислений и современных архитектур.

В серии работ (в частности [2, 3]) авторами показаны ограничения в масштабируемости решателей MBS системы ФРУНД при использовании декомпозиции рас-

четных областей и сочетании многопоточных расчетов с распределенными вычислениями. При этом актуальной остается задача сокращения времени моделирования, особенно при выполнении междисциплинарных расчетов. Одним из направлений решения этой задачи является применение ускорителей вычислений, таких, как GPU или FPGA. Для создания переносимых решений, которые можно применять на разных вычислительных архитектурах GPU, CPU, FPGA, MIC, можно воспользоваться стандартом гетерогенных вычислений OpenCL [4].

Основные этапы алгоритма расчета напряжений и деформаций

В математической модели, используемой решателем, каждое упругое тело представляется дискретными твердотельными элементами, расчетная область представлена регулярной ортогональной сеткой в трехмерном пространстве. Каждый такой дискретный элемент имеет форму куба, шесть степеней свободы и от одной до шести связей с соседними элементами.

Движение каждого элемента при действующих в используемом методе допущениях описывается обычно-

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №№ 16-07-00534, 15-01-04577, 15-07-06254, при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 16-47-340385.

венным дифференциальным уравнением следующего вида:

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{y}} = \mathbf{q}(\dot{\mathbf{y}}, \mathbf{y}, t) - \mathbf{M}(\mathbf{t}) + \mathbf{s}(\dot{\mathbf{y}}, \mathbf{y}), \quad (1)$$

где \mathbf{y} — координаты дискретных элементов, \mathbf{M} — матрица инерции, \mathbf{a} — вектор ускорений твердого тела, входящего в полную динамическую модель, $\mathbf{s}(\dot{\mathbf{y}}, \mathbf{y})$ — силы стабилизации. Функция $\mathbf{q}(\dot{\mathbf{y}}, \mathbf{y}, t)$ описывает силы между дискретными элементами. Случайные возмущения, передаваемые от динамической модели, могут вызывать смещение дискретных элементов, поэтому для их привязки к опорному телу введены силы стабилизации.

Численное интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений (1) явным методом Рунге-Кутты 4-го порядка точности и обновление правых частей уравнений являются основными элементами расчета напряженно-деформированного состояния. Подробнее основные этапы расчета динамического НДС с использованием дискретных элементов рассмотрены, например, в [3, 5].

Для переноса решателя на GPU и впоследствии на FPGA был разработан упрощенный прототип, в котором рассматривается простое тело — упругая пластина, представленная большим числом (миллион) дискретных элементов.

В прототипе были опущены многие промежуточные операции, не занимающие значительного времени, но выполняющиеся в реальном решателе. На рисунках 1 и 2 показаны алгоритмы работы прототипа. На рисунке 1 — реализация метода Рунге-Кутты с перерасчетом правых частей дифференциальных уравнений, а на рисунке 2 — собственно перерасчет правых частей.

Проведенное профилирование программы-прототипа, выполняющего последовательную версию расчета, показало, что большую часть времени решения (почти 67%) занимает расчет правых частей уравнений, при этом само численное интегрирование и пересчет матриц поворота (требуются для преобразования координат) выполняются гораздо быстрее (13%). Значительную часть времени (порядка 20%) занимает выполнение вспомогательных операций.

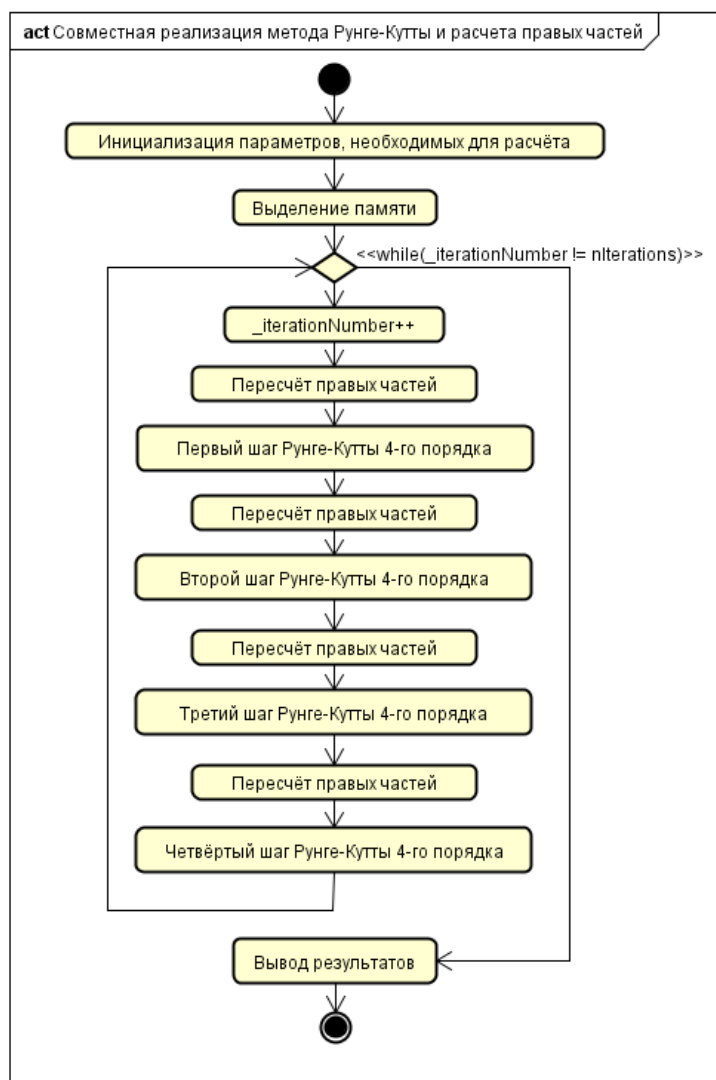


Рис. 1. Алгоритм совместной реализации метода Рунге-Кутты и расчета правых частей

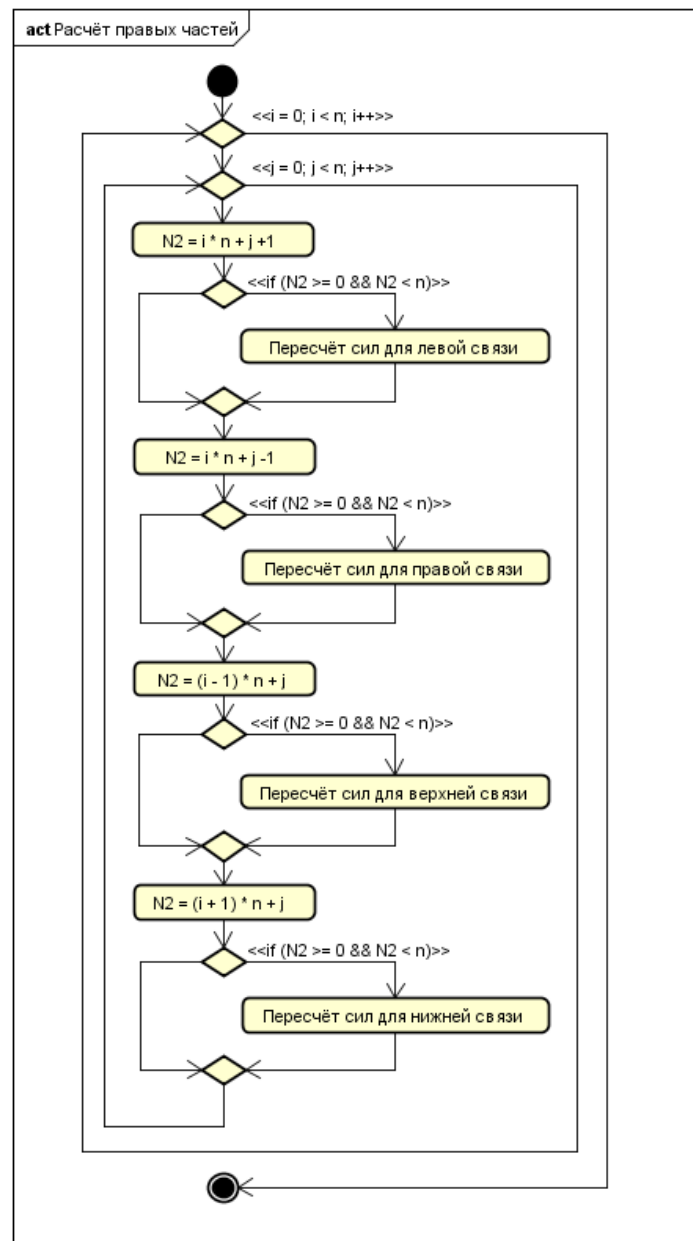


Рис. 2. Алгоритм функции пересчёта правых частей

Последовательная часть программы при расчете для пластины, представленной 1 миллионом дискретных элементов, составляет примерно $\alpha = 40\%$. По закону Амдала, при количестве потоков $p = 10$ ускорение приблизительно равно:

$$S_p(n) = \frac{1}{\alpha + \frac{1-\alpha}{p}} = \frac{1}{0,4 + \frac{0,6}{10}} \approx 2,17 \quad (2)$$

Необходимо отметить, что приведенная выше оценка ($\alpha = 40\%$) относится к расчету НДС в целом.

Варианты параллельных алгоритмов, использующих ядра OpenCL и оценки получаемого ускорения

Учитывая полученные оценки, можно сделать вывод, что в первую очередь следует оптимизировать модуль рас-

чета правых частей, так как он является самым объемным и вычислительно сложным.

Другие элементы расчета также требуют значительных, хоть и меньших, временных затрат, следовательно, получив ускорение на расчете правых частей, следующим шагом необходимо оптимизировать и их.

Расчет правых частей уравнения реализуется следующим образом: сначала второе тело из пары переводится в систему координат первого путем умножения справа на соответствующую матрицу поворота; затем, уже в одной системе координат, рассчитываются линейные и угловые деформации и сдвиги, возникшие в связях под действием приложенной силы. Полученные приращения по всем направлениям, переведенные в глобальную систему координат, характеризуют НДС тела в данный момент времени. Распараллеливание расчета осуществляется путем разде-

Таблица 1. Ускорение расчета для прототипа решателя динамического НДС при использовании ядер OpenCL на GPU по сравнению с расчетом на одном ядре CPU

Модель GPU NVidia	Для всего расчета	Для расчета правых частей	Для расчета на ядрах GPU без учета времени пересылки
GeForce GT520M	1,2	1,38	1,79
TESLA K20	1,2	6,36	15,9

ления на потоки расчета для деформаций каждой пары узлов.

Первоначально в ядро (kernel) OpenCL был выделена часть расчёта правых частей, отвечающая за расчёт деформации для пары элементов, так как эта функция вызывается наибольшее количество раз. Ускорение, которого удалось достичь этим подходом, было незначительным (порядка 1.1 раза).

Затем в ядро OpenCL был выделен расчёт правых частей уравнений в целом, так как эта часть вычислений занимает наибольшую долю времени. Здесь потребовалось выделить отдельные массивы для каждого рабочего потока (work-item) в OpenCL). Это приводит к большим тратам времени на пересылку данных из хостового приложения в устройство. При этом, однако, сам расчет на ядрах для относительно современных GPU происходит заметно быстрее, чем на CPU.

Замер времени выполнения версии алгоритма расчета правых частей уравнений, реализованного на OpenCL, показал, что даже с учётом пересылок данных возможно ускорение по сравнению с расчетом на одном ядре CPU до 1.4 раз на графическом ускорителе NVidia GeForce GT520M и свыше 6 раз на GPU-ускорителе NVidia TESLA K20 (таблица 1). Если же не учитывать пересылку данных, то ускорение собственно вычислений может достигать 16 раз (для K20). Последнее замечание могло бы иметь практический аспект при использовании графических ядер, интегрированных с ядрами CPU.

В целом, конечно, полученные на данном этапе результаты далеки от ожидаемых. В частности, для схожей (но более простой) задачи расчета теплового режима ранее были получены оценки ускорения при расчете на GPU до 20 раз [6] (в том случае использована технология CUDA, а не OpenCL, но выбор технологии не может объяснить такую существенную разницу в относительной производительности).

Можно отметить следующие причины относительно невысокого прироста производительности:

— интенсивный обмен данными между хостовой частью программы и ядрами, выполняемыми на GPU;

— неоптимизированный алгоритм вычислений, не учитывающий возможности векторизации вычислений на GPU, оптимизацию использования разных типов памяти;

— необходимо ускорить также выполнение прочих операций в общем алгоритме расчета (интегрирование ОДУ, вспомогательные операции).

Вместе с тем показана принципиальная возможность ускорить вычисления с помощью GPU, используя для выгрузки интенсивных вычислений на сопроцессор стандарт OpenCL. В дальнейшем предполагается улучшить полученные результаты для GPU, а также провести эксперименты по выполнению аналогичного алгоритма на ПЛИС (FPGA) с поддержкой OpenCL как входного языка разработки ядер, размещаемых в ПЛИС. Заметим, что в связи со скорым выпуском ядер FPGA, интегрируемых с CPU (в семействе процессоров Intel Xeon Skylake), проблема задержки на пересылку данных может быть в значительной степени нивелирована.

Выводы

Разработанный параллельный алгоритм расчёта правых частей системы ОДУ на GPU с использованием OpenCL показал возможность ускорения вычислений правых частей системы дифференциальных уравнений при решении задачи напряженно-деформированного состояния от 1.5 до 6 раз по сравнению с версией расчета, выполняемого на центральном процессоре. Основные накладные расходы связаны с пересылкой большого количества данных и требуют, в дальнейшем, уменьшения за счёт оптимизации работы с памятью. При реализации ядер GPU или FPGA в одном корпусе с ядрами CPU (как в решениях AMD, либо в готовящихся решениях Intel) эта проблема отойдет на второй план из-за увеличения пропускной способности при передаче на ядро сопроцессора на 1–2 порядка.

Литература:

1. Горобцов, А. С. Представление подвески легкового транспортного средства в системе моделирования «ФРУНД» / А. С. Горобцов, Ан. В. Подзорнов // Изв. ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах»: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2008. — Вып. 4, № 2. — С. 8–10.
2. Concurrent simulation of multibody systems coupled with stress-strain and heat transfer solvers / В. В. Гетманский, А. С. Горобцов, Е. С. Сергеев, Т. Д. Измайлов, О. В. Шаповалов // Journal of Computational Science. — 2012. — Vol. 3, Iss. 6. — С. 492–497. — Англ.

3. Гетманский, В. В. Распараллеливание расчёта напряжённо-деформированного состояния тела в многотельной модели методом декомпозиции расчётной области / В. В. Гетманский, А. С. Горобцов, Т. Д. Измайлов // Известия ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах». Вып. 16: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — № 8 (111), 2013. — С. 5–10.
4. OpenCL — The open standard for parallel programming of heterogeneous systems [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.khronos.org/opencv/>.
5. Мовчан, Е. О. Векторизация алгоритмов для моделирования динамики систем тел / Е. О. Мовчан, В. В. Гетманский, А. Е. Андреев // Суперкомпьютерные технологии (СКТ — 2016): матер. 4-й всерос. науч.-техн. конф. (пос. Дивноморское, г. Геленджик, 19–24 сент. 2016 г.). В 2 т. Т. 1 / РФФИ, Южный науч. центр РАН, Южный федерал. ун-т [и др.]. — Ростов-на-Дону, 2016. — С. 179–183.
6. Гетманский, В. В. Вычислительно эффективный метод расчёта теплопередачи при анализе динамики механической системы / В. В. Гетманский, А. С. Горобцов, В. О. Лаптева // Прикладные задачи математики: матер. XXII междунар. науч.-техн. конф. (Севастополь, 15–19 сент. 2014 г.) / Севастопольский нац. техн. ун-т (СевНТУ). — Севастополь, 2014. — С. 65–68.

Проблема целостности данных в базах данных

Иванов Константин Константинович, студент;

Ефремов Анатолий Александрович, студент;

Ващенко Илья Александрович, студент;

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

Проблема обеспечения целостности данных является одной из самых важных в реляционных базах данных. Тем не менее, несмотря на многолетние изучения в данной области, все еще не существует четкого определения этого понятия. Вообще под целостностью данных понимается представление данных в базе данных в правильном виде, который определяется ограничениями целостности, представляющими собой логические выражения, результат вычисления которых должен быть истинным [1].

Ограничения целостности являются ограничениями, накладываемыми на значения некоторого атрибута. Например, значение атрибута «возраст» не может быть отрицательным числом или атрибут «пол» может принимать только два значения: «мужской» или «женский». На словах все это выглядит довольно просто, но в базе данных все устроено совсем не так.

Как было сказано выше, ограничение целостности является логическим выражением, параметры которого не определены, что делает ограничение целостности предикатом. Суть подобного предиката следующая — если некоторый кортеж относится к определенной переменной отношения, то для него должно выполняться заданное условие. Соответственно, проверить, выполняется ли указанное ограничение целостности можно только при подстановке вместо формального параметра предиката переменной отношения. Но когда именно и при каких условиях будет совершаться данная подстановка? Прежде, чем ответить на этот вопрос, необходимо разобраться с крайне важным правилом, касающимся ограничений целостности и называемым также золотым правилом.

Золото правило ограничений целостности гласит, что никакая операция обновления при ее выполнении не должна привести к тому, чтобы предикат этой базы данных получил ложное значение [1]. Это значит, что производить проверку ограничений целостности необходимо при выполнении любой операции обновления, которыми являются, например, вставка нового кортежа или изменение атрибута некоторого уже имеющегося в переменной отношения кортежа. Итак, с условием проверки ограничения целостности разобраться удалось, но когда же все-таки ее проводить?

Пусть есть некоторая переменная отношения со следующими атрибутами: «идентификационный номер», «имя» и «средний балл». Для этой переменной отношения имеется ограничение целостности, которое указывает, что значение атрибута «средний балл» должно находиться в интервале от двух до пяти. В эту переменную отношения решают вставить новый кортеж, причем, со значением атрибута «средний балл» равным шести. Представим, что сначала выполняется вставка, а уже затем — проверка ограничения. В данном случае проверка окажется неудачной, так как значение предиката примет ложное значение, после чего произойдет отмена операции вставки. Но из-за подобной реализации были выполнены две ненужные операции: операция вставки и ее отмены. Правильным же является проведение проверки на ограничение целостности первой. Тогда бы в данном примере после проверки просто был бы получен отказ на выполнение операции. Значит, проверка ограничения целостности должна производиться перед выполнением любой операции обновления.

Отдельно необходимо рассмотреть вопрос с проверкой ограничений целостности в транзакциях. Как известно, транзакция является логической единицей работы, для выполнения которой необходимо выполнить несколько операций. Ранее считалось, что проверку ограничения целостности необходимо проводить по завершению транзакции, откатив изменения при неудачном варианте. Сейчас же считается, что для транзакций стандартные правила не меняются и проверка ограничения целостности также должна производиться перед выполнением любой операции обновления. Плюсом первого способа является меньшее число проверок, а минусом — необходимость откатывать все изменения при неудачной проверке по завершению транзакции. Минусом же второго способа, соответственно, является необходимость проверки каждой операции, но его плюсы перекрывают этот минус с лихвой: более высокая надежность (по завершению транзакции целостность может быть не нарушена, но она может быть нарушена во время ее выполнения) и возможность более быстрого отката изменений. Именно поэтому второй способ и является предпочтительнее первого, так как только он позволяет полностью выполнить все указанные ограничения целостности.

Нельзя не сказать про то, что ограничения целостности имеют свою четкую схему классификации ограничений, которая подразделяет их на четыре основные категории [1], а именно на:

1) Ограничения базы данных — это те ограничения, которые указывают, какие значения разрешено принимать некоторой базе данных. Подобные ограничения распространяются либо на несколько переменных отношения (не менее двух), либо на всю базу данных в целом. Обособленно среди ограничений базы данных выделяются ограничения перехода. Ограничения переходы указывают возможные переходы от одного значения переменной отношения к другому. Так, например, человек со статусом «школьник» может изменить его на статус «студент», но обратный переход от статуса «студент» к статусу «школьник» невозможен.

2) Ограничения переменной отношения — это те ограничения, которые указывают, какие значения разрешено принимать некоторой переменной отношения. Подобные ограничения распространяются только на одну

переменную отношения. Считается, что ограничения переменной отношения являются частным случаем ограничений базы данных и что выделять их в отдельную категорию не нужно. Это мнение имеет право на существование, ведь, например, среди ограничений переменной отношения, как и среди ограничений базы данных, обособленно выделяются ограничения перехода.

3) Ограничения атрибута — это те ограничения, которые указывают, какие значения разрешено принимать некоторому атрибуту. Про эти ограничения уже шла речь выше. Ограничения атрибута является стандартными ограничениями, например, атрибут «возраст» не может быть отрицательным числом. Эти ограничения являются довольно простыми, и большинство ограничений относится именно к этой категории ограничений целостности.

4) Ограничения типа — это те ограничения, которые указывают, из каких значений состоит некоторый тип. То есть ограничение типа — это не что иное, как задание множества значений некоторого типа. Например, если задать тип «пол» со значениями «женский» и «мужской», то ограничением типа будет являться то, что все значения типа «пол» могут либо равняться значению «женский», либо — значению «мужской».

Одними из самых важных ограничений в базах данных являются ограничения по ключам. Так первичный ключ должен быть уникальным в рамках каждого кортежа, а для внешних ключей должна также выполняться ссылочная целостность, суть которой заключается в том, что не может существовать такого значения внешнего ключа, которое не имеет первичный ключ. То есть, если, к примеру, первичный ключ имеет три значения («1», «2» и «3»), то значение внешнего ключа не может, например, равняться «4». Другими словами, можно сказать, что в базе данных должно поддерживаться условие, что если одно значение ссылается на другое, то это значение обязательно должно существовать без каких-либо дополнительных оговорок.

В заключение хотелось бы еще раз отметить, что проблема целостности данных в базах данных является очень важной, ведь только при выполнении всех ограничений целостности (проверка выполнения которых производится перед проведением любой операции обновления) база данных будет содержать в наибольшей степени правильные значения.

Литература:

1. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание: Пер. с англ. / К. Дж. Дейт. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.

Архитектура современных многоядерных процессоров

Иванов Константин Константинович, студент;

Раздобудько Семен Андреевич, студент;

Ковалев Роман Игоревич, студент;

Научный руководитель: Оськин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, доцент

Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

1965 год запомнился человечеству многим: переизбранием Лю Шаоци Председателем Китайской Народной Республики, объявлением 9 мая нерабочим днем в СССР, провозглашением декларации Генеральной Ассамблеи ООН о недопустимости вмешательства во внутренние дела государств, об ограждении их независимости и суверенитета. Однако сегодня куда больший интерес вызывает одно наблюдение, сделанное одним из основателей производителя электронных устройств и компьютерных компонентов, компании Intel Corporation, и получившие позднее почетное звание закона. Речь, конечно же, идет о Гордоне Муре и его законе Мура, согласно которому каждые два года (часто используемый многими интервал в восемнадцать месяцев был предложен далеко не Муром, а спрогнозирован его коллегой Давидом Хаусом) должна удваиваться производительность вычислительных систем [1].

Закон Мура успешно выполнялся почти целые пятьдесят лет. Происходило это благодаря технологическим прорывам в области устройства и изготовления транзисторов. Однако постепенно этот закон перестает выполняться. Причина кроется в банальных пределах всех физических величин, например, в скорости света, в предельных размерах веществ или в возможностях по отводу тепла согласно принципу Ландауэра по выделению теплоты на каждый потерянный бит информации. Производительность же самих вычислительных систем раньше зачастую росла исключительно за счет увеличения тактовой частоты и распараллеливания простых инструкций. Но в современном мире ситуация серьезно изменилась. Сейчас на первое место вышел параллелизм.

Под параллелизмом понимается параллельное выполнение нескольких процессов (на разных ядрах одного процессора или на разных процессорах в принципе), которые при этом могут каким-то определенным образом между собой взаимодействовать. Параллелизм уже сыграл (благодаря его внедрению на разных этапах вычислений за последние шестьдесят лет производительность дополнительно увеличилась в миллион раз) и продолжает играть очень важную роль в наращивании производительности вычислительных систем. Существует несколько способов организации параллельной работы, или многопроцессорности, вычислительных устройств, основными из которых являются симметричная мультипроцессорность, одновременная многопоточность и многоядерность.

При использовании симметричной мультипроцессорности используются несколько процессоров, обладающих одним уровнем приоритета или одинаковыми правами.

Системы, организованные с помощью данного способа, используют общую память. Однако этот аспект вызывает серьезные проблемы, связанные с доступом к общим данным с разных процессоров и обеспечением в этой связи однозначности содержимого разных кэшей. Причина этого кроется в том, что может возникнуть ситуация, когда копии значений одних и тех же переменных найдутся в кэше разных процессоров и одним из процессоров будут изменены эти значения в своем кэше, что приведет к тому, что значения в кэше других процессоров станут некорректными, то есть неправильными. Решить эту проблему можно за счет сброса значений (присваивания им недействительного статуса) на аппаратном уровне, но эта мера приводит к определенному снижению производительности и появлению сложностей при достаточно большом числе процессоров [1]. Кроме этого необходимо также реализовать процедуру синхронизации взаимодействия выполняемых потоков данных, что также доставляет определенные проблемы. Подытожив все вышесказанное о симметричной мультипроцессорности, можно сказать, что, несмотря на простоту реализации, данное решение не позволяет задуматься о серьезном масштабировании. Со всем по-другому дела обстоят со следующим способом организации параллельной работы — одновременной многопоточностью.

Необходимость в реализации одновременной многопоточности возникла из-за низкой загрузки процессора при использовании других способов. В рамках же одновременной многопоточности реализовано разделение задач на потоки, которые могут быть выполнены одновременно и независимо. Для этого реализована система определения наиболее приоритетных потоков, которые должны быть выполнены немедленно (остальные потоки просто блокируются, пока не повысится их приоритет), а также предусмотрено запоминание состояния потоков (то есть, на каком именно этапе закончилась работа с некоторым потоком). Так, при использовании данного подхода и надлежащем уровне реализации программ можно добиться серьезного увеличения производительности. По оценкам экспертов скорость вычислений можно повысить примерно на 30% [1].

Несмотря на серьезные преимущества одновременной многопоточности, она имеет и свой довольно серьезный недостаток — данная многопоточность реализуется исключительно на логическом уровне. Поэтому для дальнейшего повышения производительности необходимо использовать уже какие-то новые методы. И этим новым

методом является серьезное упрощение второго подхода (одновременной многопоточности) и комбинирование полученного с первым подходом (симметричная мультипроцессорность). Новый способ получил название многоядерности, а его эффективность может красочно описать следующий пример.

Предположим, что есть некоторый процессор, имеющий производительность на уровне x , энергопотребление на уровне y и тактовую частоту на уровне z . Пусть решено повысить тактовую частоту процессора до уровня $1,2 \cdot z$ (то есть на 20%). При таком варианте производительность процессора составит $1,13 \cdot x$ (на 13% больше),

а энергопотребление — $1,73 \cdot y$ (на 73% выше). Энергопотребление является очень большой проблемой для процессоров с высокой тактовой частотой, и столь серьезное увеличение энергопотребления крайне негативно скажется на работе. Пусть также рассматривается вариант, при котором тактовая частота, наоборот, уменьшается до уровня $0,8 \cdot z$ (на 20%). Тогда производительность процессора составит $0,87 \cdot x$ (на 13% меньше), а энергопотребление — $0,51 \cdot y$. При добавлении еще одного процессора с той же тактовой частотой вдвое возрастет производительность (до $1,73 \cdot x$) и энергопотребление (до $1,02 \cdot y$). Данный пример наглядно показан на рисунке 1.

	Вариант 1	Исходное состояние	Вариант 2
Тактовая частота	$1,2 \cdot z$	z	$0,8 \cdot z$
Производительность	$1,13 \cdot x$	x	$1,73 \cdot x$
Энергопотребление	$1,73 \cdot y$	y	$1,02 \cdot y$

Рис. 1. Сравнение вариантов энергопотребления

Проанализировав полученные результаты можно прийти к выводу, что добавление одного ядра при понижении тактовой частоты и использовании многопоточности позволяет выиграть в производительности на целых 73%! Именно поэтому все больше и больше производителей склоняется к использованию многоядерности.

Литература:

1. Гергель, В. П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем: Учебник. / В. П. Гергель. — М.: Издательство Московского университета, 2010. — 544 с., илл.

Таким образом, архитектура современных многоядерных процессоров направлена на распараллеливание задач, что обеспечивает дальнейшее развитие вычислительной техники за счет увеличения производительности и уменьшения уровня энергопотребления.

Алгоритмы шифрования данных

Иванов Константин Константинович, студент;

Юрченко Роман Николаевич, студент;

Ярмонов Антон Сергеевич, студент;

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

Рано или поздно перед каждой информационной системой встает важный вопрос обеспечения защиты данных путем сокрытия информации от лиц, для которых она не предназначена. Выполнить данную задачу в рамках самой системы можно за счет внедрения системы аутентификации, благодаря чему доступ смогут получить ис-

ключительно авторизованные пользователи. Однако если злоумышленнику удастся получить физический доступ к данным, то аутентификация станет бесполезной. Будет нарушена конфиденциальность данных (доступны только тем, кому предназначены), они могут быть изменены, что также еще и нарушит их целостность. Для пре-

дотвращения подобного исхода применяется шифрование данных.

Простыми словами, шифрование данных заключается в представлении информации в виде, отличном от первоначального, по которому невозможно определить, как выглядит исходная информация, не зная специального ключа шифрования. Используя же этот ключ, данные можно спокойно расшифровать. Стоит также отметить, что шифрование данных используется не только для физической защиты данных — его можно также использовать, например, для предотвращения несанкционированного доступа в систему, усложнив процедуру аутентификации.

Шифрование является важной частью криптографии — науки о защите информации. В течение последних нескольких десятков лет эта наука переживает бурное развитие [1], вызванное, в первую очередь, повсеместным использованием электронно-вычислительных машин, а также желанием владельцев этой техники защитить свои личные данные (или данной организации) от посторонних глаз.

Для того чтобы решить столь серьезную проблему, были разработаны специальные алгоритмы шифрования. Структурно эти алгоритмы можно разделить на три группы: бесключевые, одноключевые и двухключевые (см. рисунок 1) [1]. Бесключевые алгоритмы не используют ключи в процессе шифрования, одноключевые используют один ключ, а двухключевые — два ключа. Двухключе-

вые алгоритмы считаются наиболее надежными, однако они более сложны и трудоёмки в использовании.

Как видно из рисунка 1, некоторые типы алгоритмов могут относиться сразу к нескольким группам. Так, например, хэш-функции (выполняющие контрольное суммирование данных) могут выполняться как с ключом (причем с одним), так и без него. Хэш-функции получили широкое распространение из-за своей относительной простоты и низкой потребности ресурсов и используется, например, тогда, когда необходимо подтвердить целостность данных.

Также к двум группам относятся и алгоритмы аутентификации, которые могут быть как одноключевыми, так и двухключевыми. Подобные алгоритмы заменяют стандартную схему парольной аутентификации, когда пользователь может попасть в систему при правильном вводе имени пользователя и пароля. Эти алгоритмы заметно понижают шансы злоумышленника попасть в систему. Например, возможна следующая реализация использования алгоритма аутентификации:

Каждый пользователь владеет уникальным ключом шифрования, который также знает и система;

При попытке входа в систему сервер генерирует случайное число, которое после генерации отправляет пользователю;

Используя свой уникальный ключ шифрования, пользователь шифрует полученное число и отправляет серверу уже зашифрованное число;

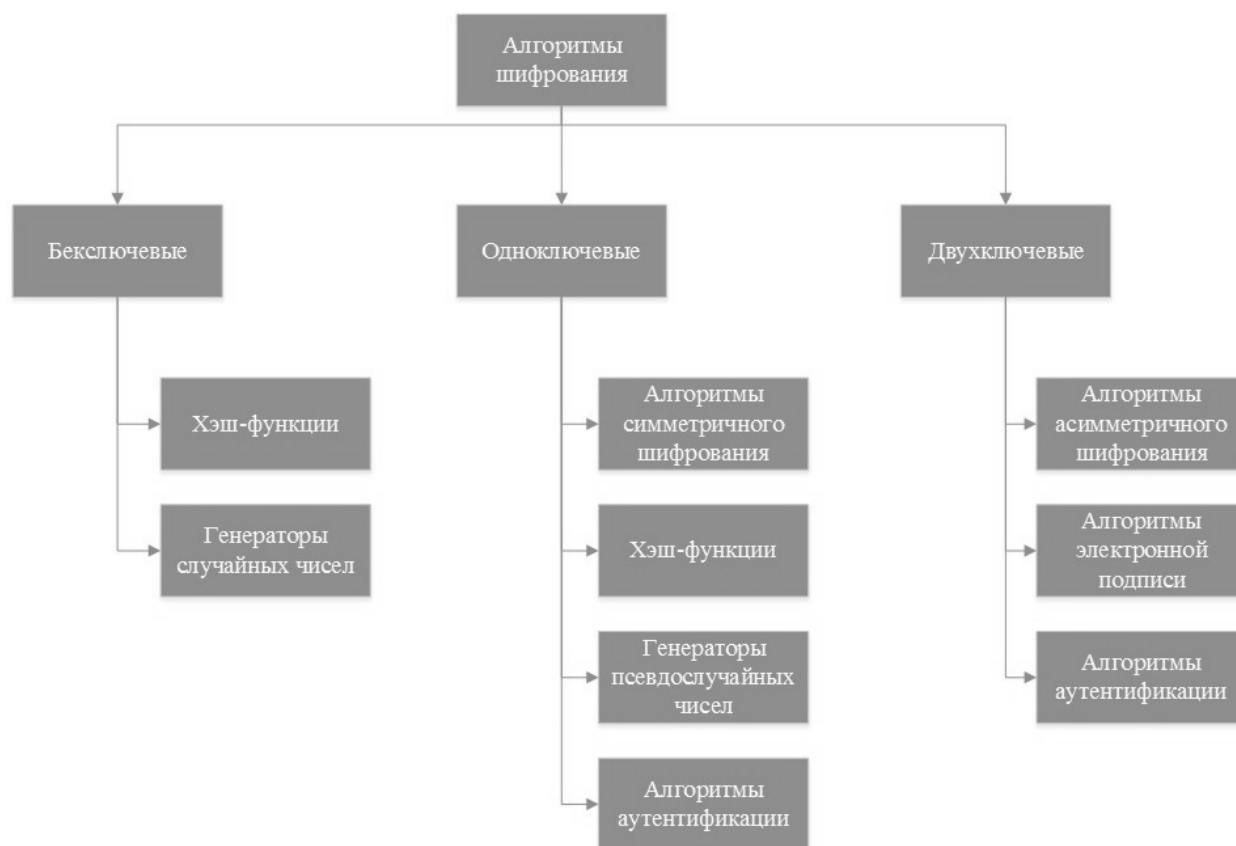


Рис. 1. Структурное разделение алгоритмов шифрования

Сервер расшифровывает полученное число (или зашифровывает исходное), используя ключ шифрования пользователя, хранящейся в системе;

Если результаты совпадают, то пользователь получает доступ к системе, в противном же случае он получит отказ на получение доступа.

Генераторы случайных чисел, хоть и являются бесключевыми алгоритмами, тем не менее используют ключи шифрования, просто они создают их сами. Такие ключи являются абсолютно случайными, что заметно уменьшает возможность расшифровать данные.

Алгоритмы симметричного шифрования являются базовыми, так как в них шифрование и дешифрование производится по одному ключу (или один ключ можно легко получить из другого). Эти алгоритмы делятся на использующие блочное шифрование и использующие потоковое шифрование. При блочном шифровании весь массив данных делится на блоки определенной фиксированной длины (чаще всего используются блоки по 64 или 128 бит), которая равна длине ключа шифрования. Соответственно, каждый полученный блок шифруется отдельно ключом, причем этот ключ может меняться для разных блоков, например, в зависимости от результата шифрования предыдущего блока. В свою очередь, при потоковом шифровании шифруется отдельно каждый бит данных. Можно сказать, что потокового шифрования как такового не существует — оно всего лишь является частным случаем блочного шифрования, когда длина блока равна одному биту. Стоит отметить, что алгоритмы симметричного шифрования представляют собой наиболее обширную категорию алгоритмов шифрования.

Генераторы псевдослучайных чисел используются тогда, когда нет возможности разработать качественный

генератор случайных чисел. Псевдослучайные числа создаются на основе некоторого алгоритма симметричного шифрования.

Алгоритмы асимметричного шифрования используют два ключа шифрования: открытый для зашифровывания информация и секретный для ее дешифрования, причем открытый ключ достаточно просто вычисляется из секретного, а вычислить секретный ключ из открытого практически невозможно (для этого потребуется длительное время и огромные ресурсы). Информацию, зашифрованную открытым ключом, можно расшифровать исключительно секретным ключом. Например, возможна следующая реализация алгоритма асимметричного шифрования при общении двух пользователей:

Один пользователь имеет открытый ключ шифрования, а другой — секретный;

Первый пользователь шифрует сообщение, используя открытый ключ, и передает его второму;

Второй пользователь дешифрует полученное сообщение, используя секретный ключ.

Последними на очереди являются алгоритмы электронной подписи, которые «используют секретный ключ для вычисления электронной цифровой подписи данных, а вычисляемый из него открытый — для ее проверки» [1].

Таким образом, существует огромное число хороших и качественных алгоритмов шифрования, однако даже их использование, к сожалению, никак не исключает возможности несанкционированного доступа к данным, однако они серьезно осложняют жизнь злоумышленнику и, возможно, даже вынудят его отказаться от этой затеи. Именно в этом, во многом, на сегодня и состоит задача защиты информации.

Литература:

1. Панасенко, С.П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник. / С. П Панасенко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 576 с.: ил.

Угрозы безопасности информации в автоматизированных системах

Иванов Константин Константинович, студент;

Юрченко Роман Николаевич, студент;

Ярмонов Антон Сергеевич, студент;

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

Любая автоматизированная система управления, кроме выполнения своих прямых задач, должна также обеспечивать безопасность информации, хранящейся в ней, то есть ее защищенность при получении, обработке, хранении, передаче и использовании от различного вида угроз [1].

Любой вид угрозы безопасности в автоматизированных системах направлен на нарушение достоверности, сохранности и конфиденциальности информации. Все эти угрозы могут воздействовать либо на аппаратные средства, либо на программные средства, либо на самих носителей информации. В результате может ухудшиться ка-

чество функционирования программных (невозможность использования) и аппаратных средств (ухудшение тактико-технических характеристик, нарушиться полностью или частично работоспособность средств, ухудшиться качество решаемых задач или функционирования автоматизированной системы, что в конечном итоге приведет к нанесению ущерба пользователям или владельцам системы.

Все угрозы как показано на рисунке 1, делятся на непреднамеренные и преднамеренные. Первые чаще всего связаны с факторами внешней среды, а вторые — с незаконными действиями злоумышленников.

Стихийные бедствия и аварии, являющиеся первым видом непреднамеренных угроз, обладают наиболее разрушительным воздействием на систему, так как чаще всего наносится серьезный физический ущерб системе, при котором уничтожается вся хранившаяся информация или утрачивается доступ к ней. К подобным угрозам относятся землетрясение, наводнение, пожар, оползни, сходы лавин и многие другие виды катастроф.

Не такой серьезный как в случае со стихийными бедствиями и авариями, но тем не менее довольно весомый

ущерб системе могут нанести сбои и отказы технических средств, которые могут заключаться, например, в отказе какого-либо аппаратного средства или перебое с электричеством. В результате может быть нарушена работоспособность системы, искажены программы и уничтожены данные (в некоторых случаях может быть нарушена их конфиденциальность). С точки зрения жизненного цикла автоматизированной системы сбои и отказы технических средств наиболее часто встречаются на этапе разработки системы и этапе износа и старения и менее часто — на этапе ввода в эксплуатацию и этапе гарантийной эксплуатации, а также отсутствуют на этапе разработки проекта.

Следующим видом непреднамеренных угроз безопасности системы являются ошибки при разработке системы и ошибки в комплексах алгоритмов и программ (системные, алгоритмические, программные или технологические). Ущерб данного вида угроз аналогичен ущербу при сбоях и отказах технических средств. С точки зрения жизненного цикла автоматизированной системы системные ошибки чаще всего появляются на этапе разработки проекта, менее часто — на этапе разработки си-

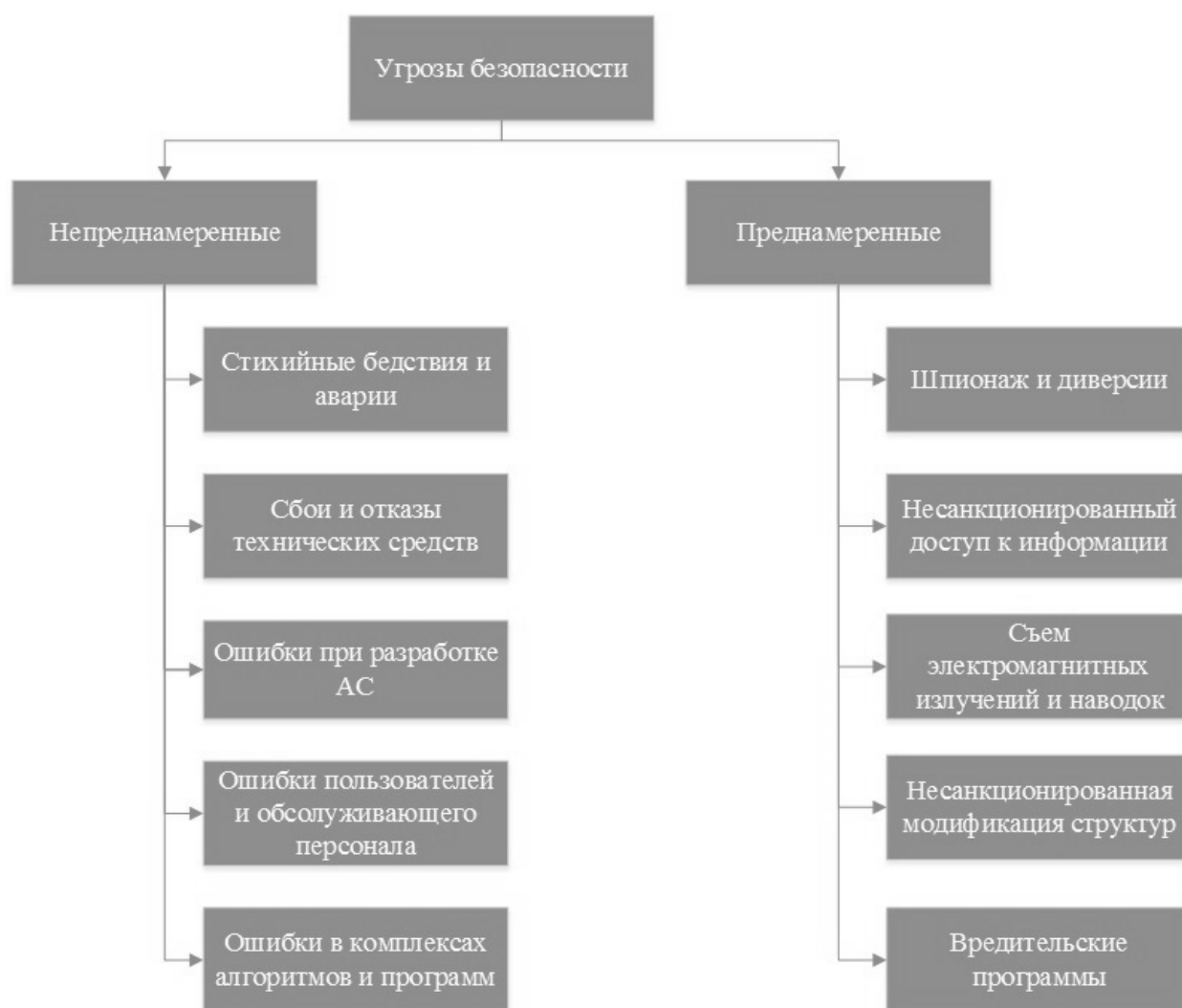


Рис. 1. Классификация угроз безопасности автоматизированным системам

стемы и этапе ввода системы в эксплуатацию и полностью исключены в ходе гарантийной эксплуатации системы; в свою очередь, алгоритмические, программные и технологические ошибки чаще всего встречаются на этапе разработки системы, менее часто — на этапе ввода системы в эксплуатацию, еще реже — на этапе разработки проекта и этапе гарантийной эксплуатации и почти исключены на этапе износа и старения.

Также не к непреднамеренным угрозам относятся ошибки пользователей и обслуживающего персонала. Данная группа доминирует над остальными по числу угроз. Подобные ошибки могут быть вызваны, например, состоянием человека, несовершенством системы или безответственным отношением к работе. Чаще всего такие ошибки влекут за собой нарушение целостности и конфиденциальности информации [1].

Преднамеренные угрозы являются куда более опасными, чем непреднамеренные, так как данные могут быть не только уничтожены, но еще и захвачены злоумышленниками. Первым видом преднамеренных угроз являются шпионаж и диверсии. Данные угрозы являются довольно традиционными и включают в себя подслушивание (непосредственное или с помощью технических средств), наблюдение (также непосредственное или с помощью технических средств для получения и анализа изображения объекта наблюдения), хищение документов и машинных носителей информации, подкуп и шантаж сотрудников, сбор и анализ отходов машинных носителей информации, поджоги и взрывы.

Следующим видом преднамеренных угроз является несанкционированный доступ, который заключается в по-

лучении злоумышленником доступа к системе или части системы в обход установленных правил. Осуществить несанкционированный доступ к данным можно, например, узнав логин пароля какого-либо пользователя системы или из-за ошибок в работе системы.

Серьезный ущерб безопасности информации в системе может нанести съём электромагнитных излучения и наводок, благодаря которым можно перехватить информацию. Подобное возможно из-за того, что при обработке и передаче информации создается электромагнитное поле и наводятся электрические сигналы в линиях связи.

Очень серьезной проблемой является несанкционированная модификация структур, когда производится некая «закладка» в системе, благодаря которой в нее можно будет попасть незамеченным, а также вредительские программы, которые делятся в зависимости от механизма действия на следующие четыре группы [1]: «логические бомбы» (постоянно находятся в системе и выполняются только при соблюдении определенных условий), «черви» (выполняются каждый раз при загрузке системы, могут перемещаться и самопроизвольно копироваться), «тройские кони» (измененные каким-либо образом пользовательские программы) и «компьютерные вирусы» (небольшие программы, распространяющиеся самостоятельно и оказывающие негативное воздействие на систему).

В заключение хотелось бы отметить, что несмотря на огромное количество возможных угроз, с ними можно и нужно бороться, применяя специальный комплекс мероприятий, благодаря чему снижать возможный ущерб от воздействия этих угроз.

Литература:

1. Акулов, О. А. Информатика: базовый курс: учеб. для студентов вузов, бакалавров, магистров, обучающихся по направлению «Информатика и вычисл. техника» / О. А. Акулов, Н. В. Медведев. — 7-е изд., стер. — М.: Издательство «Омега-Л», 2012. — 574 с.

Защита информации в автоматизированных системах

Иванов Константин Константинович, студент;

Юрченко Роман Николаевич, студент;

Ярмонов Антон Сергеевич, студент;

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

Защита информации в автоматизированных системах является особо важной задачей, в рамках которой необходимо обеспечить ее достоверность, сохранность и конфиденциальность [1]. Можно сказать, что без соблюдения этих правил невозможно нормальное функционирование ни одной системы.

Под достоверностью информации понимается ее правдивость и точность. Для достижения необходимого уровня достоверности в автоматизированной системе используются специальные методы повышения достоверности обработки информации. Они основаны на введении одного из трех видов избыточности: информационной (до-

бавление контрольных разрядов и дополнительных операций при различных видах обработки информации, направленных на выявление и устранение ошибок), временной (повторение в течение нескольких раз процедур контроля) или структурной (добавление дополнительных элементов, например, резервирования или схемного контроля). Вообще же все методы повышения достоверности обработки информации в автоматизированных системах имеют следующую классификацию:

1) Организационные:

а. Системные:

— Повышение надежности аппаратных и программных средств системы для противодействия случайным сбоям и отказам, а также систематическим ошибкам, допущенным при разработке программных средств;

— Дублирование данных для исправления возможных ошибок из-за определенных действий или сбоев;

— Организация и разграничение доступа к данным и ресурсам системы, чтобы ограничить возможности отдельных пользователей по изменению информации системы;

— Структурная оптимизация обработки информации, которая заключается в выборе наиболее правильной или улучшении существующей схемы переработки информации;

б. Административные (работа с пользователями и обслуживающим персоналом системы в сфере оптимизации их взаимодействия, обучения, стимулирования и улучшения условий труда и его научная организация, которая включает в себя оборудование рабочих мест, оптимальный режим труда и отдыха, а также дружественный интерфейс системы [1]);

2) Аппаратно-программные:

а. Программные:

— Контроль всех операций изменения информации и защита данных при их обработке;

— Контроль и защита данных при их передаче в сети автоматизированной системы;

б. Аппаратные (применение дополнительных контрольно-технических средств для выполнения функций программных методов и обнаружения ошибок, недоступных для обнаружения программными методами).

Как было сказано выше, еще одной не менее важной, чем обеспечении достоверности данных, задачей является обеспечение сохранности этой информации в автоматизированных системах. Под сохранностью информации понимается недопущение уничтожения или потери данных, которые могут быть вызваны, например, сбоями системы электропитания или диверсионными действиями злоумышленников. Для достижения необходимого уровня сохранности информации в автоматизированной системе используются специальные методы, которые в зависимости от вида их реализации имеют следующую классификацию:

1) Организационные:

а. Использование оптимальной технологии хранения и использования данных;

б. Проведение мер по предотвращению снижению ущерба от стихийных бедствий, аварий и условий окружающей среды;

с. Контроль состояния техники и правильности ее применения;

д. Проведение мероприятий с пользователями и обслуживающим персоналом автоматизированной системы и контроль их работы;

2) Аппаратно-программные:

а. Дублирование информации или ее резервирование, которое подразделяется на оперативное (создание резервных копий наборов данных, используемых в работе, в режиме реального времени), восстановительное (создание резервных копий наборов данных, необходимых для восстановления информации) и долгосрочное (создание на длительный срок больших дампов системы);

б. Блокировка ошибочных операций, которая чаще всего применяется для предотвращения ошибок пользователей и обслуживающего персонала автоматизированной системы;

с. Защита от вредительских программ (существует, как известно, четыре их вида [1]: «логические бомбы», «черви», «тройские кони» и «компьютерные вирусы»), для выполнения которой проводится сканирование, обнаружение изменений, анализ, использование специальных компонентов, проверка целостности программ и применение антивирусных средств.

Особую роль также занимает и обеспечение конфиденциальности данных, ведь данные помимо уничтожения могут быть еще и перехвачены, и использованы в противоправных действиях. Конфиденциальность данных, в основном, достигается за счет работы по следующим направлениям:

1) Шифрование данных, получившее бурное развитие в последние несколько десятков лет [2]. Заключается оно в представлении информации некотором зашифрованном (обычно с помощью ключа шифрования) виде, определить по которому как на самом деле выглядит информация невозможно, не зная ключа шифрования.

2) Недопущение утечки по техническим каналам. Достигается оно в основном в обеспечении недопущения физического доступа к данным, проведением специальных мероприятий, а также борьбой с электронными средствами перехвата информации.

3) Введение аутентификации и системы контроля доступа. Аутентификация — это процедура определения возможности предоставления пользователю доступа к системе. Аутентификация может быть как простой, например, парольной, так и сложной — с использованием биометрических средств. Контроль же доступа предполагает, что либо каждый пользователь имеет доступ лишь к некоторым наборам данных (избирательная схема управления доступом), либо имеет некоторый уровень допуска на работу с определенными наборами данных (мандатная схема управления доступом) [3].

Таким образом, обеспечение защиты информации в автоматизированных системах — это целый комплекс мероприятий, направленных на обеспечение ее достоверности, сохранности и конфиденциальности. Хотя, к сожалению, и

нельзя абсолютно защитить информацию, но выполнение вышесказанных мер серьезно снизит риск порчи, уничтожения или перехвата информации, что уже является хорошим гарантом безопасности.

Литература:

1. Акулов, О. А. Информатика: базовый курс: учеб. для студентов вузов, бакалавров, магистров, обучающихся по направлению «Информатика и вычисл. техника» / О. А. Акулов, Н. В. Медведев. — 7-е изд., стер. — М.: Издательство «Омега-Л», 2012. — 574 с.
2. Панасенко, С. П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник. / С. П. Панасенко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 576 с.: ил.
3. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е издание: Пер. с англ. / К. Дж. Дейт. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. — 1328 с.: ил. — Парал. тит. англ.

Применение нейронных сетей в распознавании рукописного текста

Исрафилов Хидирнеби Сираждинович, студент

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

На сегодняшний день в современном мире активно развивается такая область искусственного интеллекта как нейронные сети. Актуальность разработок в области нейросетей обуславливается их широкими возможностями применения в самых различных областях.

Функционирование любой системы становится намного эффективнее при помощи решения задач на основе нейронных сетей.

Нейронные сети — это раздел искусственного интеллекта, в котором для обработки сигналов используются явления, аналогичные происходящим в нейронах живых существ. Основная особенность искусственной нейронной сети состоит в параллельной обработке информации всеми звеньями. При достаточно большом количестве межнейронных связей это дает основание существенно ускорить процесс обработки информации. В большинстве случаев преобразование сигналов в режиме реального времени приобретает все более распространенную форму.

В настоящее время известно довольно обширное число областей применения искусственных нейронных сетей, в которых человеческий интеллект малоэффективен, а аналитические вычисления достаточно трудоемки и физически неадекватны. Наиболее распространенные из них: финансы, экономика, производство, медицина, военная промышленность и авиация, энергетика, научные исследования, информационные технологии, искусственный интеллект и т. д.

На сегодняшний день существует огромное количество программного обеспечения, использующего возможности технологии искусственных нейронных сетей (ИНС). Существуют универсальные программы, решающие при помощи ИНС задачи от распознавания рукописного текста до решения задач прогнозирования.

Литературный обзор

На сегодня разработано множество систем, которые демонстрируют возможности искусственных нейронных сетей, например сети, способные представлять текст фонетически, распознавать рукописные буквы.

Рукописный текст был отличным средством коммуникации и документации на протяжении тысячи лет, но в последнее время оно все чаще заменяется вводом с клавиатуры. Но, тем не менее, данное средство остается самым простым и наиболее эффективным способом по времени преобразования человеческой мысли в передаваемую форму для большинства людей во всем мире. Во времена подъема компьютерной эры, при использовании рукописного текста в вычислительных машинах было менее удобно использовать его в промышленных масштабах, но с ускоренным развитием информационных технологий, а также сенсорных устройств, более точных и быстрых камер, сканеров преобразование рукописного текста в данные понятные компьютеру стало актуальной задачей на сегодняшний день.

На данном этапе развития системы распознавания рукописного текста имеют все новые и новые горизонты для достижений в таких областях как машинный перевод, почтовые пересылки, проверки подписи, ведение повседневных заметок и т. д. Конечной целью всех систем распознавания рукописного текста является создание машин, которые смогут читать любой текст с такой же точностью распознавания, как и люди, но при этом с большей скоростью.

По данной теме исследования известно множество публикаций. В публикации Чанчиковой Е. В. [1] рассматриваются сверточные нейронные сети, которые позволяют устранить недостатки полносвязных нейронных сетей, при

распознавании рукописных символов. На данный момент сверточные сети являются наилучшим алгоритмом распознавания символов с искажениями, например, так называемых САРТСНА тестов. Для решения такой задачи необходимо использовать многомодульную систему распознавания, которая использует сверточные сети, классификатор Витерби и графотрансформирующую сеть для определения отдельных символов на изображении.

В статье Князева А. В. [2] рассматривается задача распознавания слитного рукописного текста, а также обсуждаются различные подходы к решению данной задачи, отмечаются достоинства и недостатки рассматриваемых подходов. Предлагается также комбинированный подход к распознаванию слитно написанного рукописного слова, включающего в себя процедуру разбиения, основанную на анализе структуры слова, и процедуру распознавания, основанную на использовании нейронной сети.

В публикации Поповой В. В. [3] рассматривается задача распознавания текста на китайском языке на основе ключей с использованием нейронных сетей. В ней рассмотрены основные этапы процесса распознавания рукописного текста, также приведены результаты исследования. Разработанный в данном исследовании алгоритм производит офлайн распознавание рукописного текста на основе разбиения иероглифа на ключи и распознавании ключей с помощью неокогнитрона. Разработанное в результате данной работы приложение позволит значительно упростить работу переводчиков, а также поможет при изучении китайского языка.

Свойства почерка и проблемы его распознавания

Рукописный текст содержит алфавит букв, разделительные знаки. Фундаментальное свойство текста, которое делает возможным общение состоит в том что отличия между разными символами более значительны, чем отличия между разными написаниями того же самого символа.

Почерк состоит из временной последовательности штрихов, то есть движения пера от касания к бумаге до его поднятия. Символы рукописного текста, как правило, формируются последовательно, один символ завершается перед началом следующего, а буквы следуют определенному пространственному порядку, как пример слева направо. Но есть также и исключения — например, в английском языке точки над «i» и пересечения на «t» как правило, задерживаются. Сначала пишется основная часть слова, а потом слово завершается написанием точек или же запятой.

У всех букв есть статические и динамические свойства. Статистические отличия могут состоять, например, в размере или форме символа. Отличия в динамике могут состоять в количестве штрихов и их порядке. Английский язык может иметь более значительные изменения направления штриха, чем китайский. В английском языке также больше вариантов в присутствии или отсутствии повторных штрихов. Повторный штрих — это штрих в месте,

где что-то уже написано, обычно он делается, чтобы избежать поднимания пера ручки.

Существует множество задач распознавания образов для рукописного текста и рисования на планшетах. Они охватывают отличия языковых символов, формул, например таких, которые используются при редактировании. Проблемы распознавания символов языка включают в себя, например, большой алфавит китайских иероглифов, японские хирагану и катакану, арабские рукописные алфавиты и шрифты в западных языках. Но при этом наибольшие проблемы в распознавании рукописного текста — это те, что вызывают трудности у людей при попытке прочитать даже собственный почерк.

Во-первых, тот факт, что большинство символов могут быть написаны по-разному. Например, на рис. 1 приведены разные возможные стили письма на китайском языке [4], которые передовая система сможет различить и распознать. Также редко можно встретить двух людей с одинаковым почерком. Эта задача связана с различием шрифтов в классической задаче распознавания текста. Но в отличие от шрифтов, каждая буква в тексте одного человека может иметь совсем иной стиль в зависимости от контекста, в котором осуществляется написание окружающих букв и многих других факторов.

Chinese Fonts

漢鼎繁古印 漢鼎繁顏體

漢鼎繁海報 漢鼎簡黑變

漢鼎繁舒體 漢鼎簡楷體

漢鼎繁巴魯 漢鼎簡隸變

漢鼎繁中變 漢鼎簡舒體

Рис. 1. Возможные стили письма на китайском языке

Чтобы справиться с данной проблемой, множество систем включают в себя компонент, который сам обучается получаемому почерку, различает пользователей, и применяет уже эти данные при принятии решения.

Во-вторых, несколько символов часто выглядят одинаково, либо практически совсем не отличаются в почерке одного человека. Более того, некоторые буквы могут быть написаны неаккуратно, и объективно быть похожими при этом на совершенно другие буквы. Эта сложность обычно

преодолевается путем добавления системы распознавания текста и использованием словаря, в котором программа может найти сомнительное слово, и таким образом можно избежать неоднозначности.

Наиболее универсальным подходом к решению задачи о распознавании рукописного текста является нейросетевой. Нейронная сеть — это вычислительная структура, которая состоит из искусственных нейронов — абстракции нервных клеток человека. Созданные структуры, имитирующие человеческий мозг широко используются в распознавании образов, обработки данных и задачах аппроксимации функций. Основные преимущества нейронных сетей состоят в способности обучаться самостоятельно и автоматически на основе выборок, быть продуктивными на зашумленных данных, возможностью параллельной реализации и быть эффективными инструментами для обработки больших баз данных. Нейронные сети широко используются в рассматриваемой области. Также были достигнуты значительные успехи и успешные результаты в частности в распознавании рукописных цифр.

Самой популярной и широко исследуемой и применяемой нейронной сетью является многослойный перцептрон — Multi-Level Perceptron (MLP). Такая структура, которая изучается при помощи обратного расширения ошибки, является одной из наиболее популярных и универсальных форм нейронных сетей-классификаторов и одной из наиболее часто используемых для распознавания рукописного текста [5]. В этом подходе существует много разных методов. Самыми популярными можно назвать нечеткие нейронные сети [6], сеть Хэмминга [7], сеть Хопфилда [8], самоорганизующиеся карты [9] и многие другие.

Анализ методов решения задачи при распознавании рукописных символов

На сегодняшний день разработано много систем, которые демонстрируют возможности искусственных нейронных сетей: сети способные представлять текст фонетически, распознавать рукописные буквы, сжимать изображения. Большинство мощных сетей, которые ориентированы на распознавание символов и звуков берут за основу принцип обратного расширения, который является систематическим подходом для обучения многослойных сетей. Нейронные сети, которые работают по вышеуказанному принципу пришли на смену системам, которые состояли из одного слоя искусственных нейронов и использовались для широкого класса задач, в том числе для организации искусственного зрения. Однако такие системы имеют и существенные недостатки. Прежде всего, это то, что нет гарантии, что сеть может быть обучена за конечное время.

Каждый из разработанных алгоритмов обучения сетей имеет свои неоспоримые преимущества, но общим недостатком является ограничение в своих возможностях «обучаться» и «вспоминать».

При обучении сети входное множество сигналов рассматривается как вектор. Обучение осуществляется путем последовательного представления входных векторов с одновременной настройкой весов соответственно определенной процедуре. В процессе обучения веса сети постепенно становятся такими, что каждый входной вектор производит выходной вектор. Обучаемые алгоритмы могут быть классифицированы как алгоритмы обучения без учителя и с учителем [10,11].

В первом случае при представлении данных входных символов сеть самоорганизуется при помощи настройки своих весов в соответствии с определенным алгоритмом. Вследствие отсутствия указания наперед определенного выхода, в процессе обучения результаты не предусмотрены с точки определения возбуждающих символов для конкретных нейронов. При этом сеть организуется в форме, которая отражает существенные характеристики учебного набора. Как пример, входные символы могут быть классифицированы соответственно степени их подобности таким образом, что символы одного класса будут активировать тот же выходной нейрон.

Приведенные методы обучения сети допускают, что известны только входные векторы, а на их основе сеть учится предоставлять лучшие значения исходной функции.

Во втором случае существует учитель, который предоставляет свои входные символы сети, сравнивает результирующие исходы с теми которые необходимы, а потом настраивает веса сети таким образом, чтобы уменьшить расхождения.

Методы обучения сети с учителем предусматривают, что существуют пары «вход-выход», то есть известны значения входных векторов, и значения выходных векторов, которые им соответствуют.

Таким образом, нейронная сеть, которая обучается с учителем, является более надежной, поскольку при определенном входном сигнале на выходе формируется соответствующее выходное значение.

Обучая сеть распознавать новые символы, довольно часто уничтожаются или изменяются результаты предыдущего обучения. Если существует только фиксированный набор учебных векторов, они могут представляться при обучении циклически. В сетях с обратным расширением, обучающие векторы подаются на вход сети последовательно, до тех пор, пока сеть «не научится» всему входящему набору. Но при этом вполне обученная сеть должна запоминать новый обучаемый вектор, и он может изменить веса настолько, что необходимо будет полное переобучение сети.

Заключение

В данной работе был произведен анализ методов решения задачи при распознавании рукописных символов, а также рассмотрены основные свойства почерка и определены проблемы его распознавания при помощи нейронных сетей.

В ходе проведенного анализа были выявлены основные преимущества и недостатки нейронных сетей с «учителем» и сетей «без учителя».

Важной частью любой системы распознавания символов является подсистема сегментации. Различие написанных слов в изображении и выделение букв в словах является довольно трудоемкой задачей, которая требует немало внимания, чем собственно сам процесс распознавания. Еще более важной является система выделения признаков, которая должна найти уникальные свойства выделенных букв и отбросить не нужные буквы.

Современная машина распознавания рукописного текста не может существовать без словаря и подсистемы

распознавания контекста. Они позволяют машине использовать внешние данные для решения конфликтных ситуаций, например определение отличия между малыми и большими буквами или понимание неясно написанного знака.

Учитывая многочисленные достижения в этой отрасли, не удивительно, что в последнее время быстрые и точные программные системы распознавания рукописного текста были применены в коммерческих продуктах, например, таких как мобильное приложение Google Translate, Microsoft Surface.

В будущем следует ожидать на еще более широкое применение таких средств.

Литература:

1. Чанчикова, Е. В. Использование искусственных нейронных сетей для распознавания рукописных символов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики, 2010
2. Князев, А. В. Распознавание слитного рукописного текста // Вестник МЭИ, 2013
3. Попова, В. В. Распознавание рукописного текста на китайском языке на основе ключей при помощи нейронных сетей // Информационные технологии XXI века, 2013
4. Srihari, S. N., Yang X., Ball G. R. Offline Chinese Handwriting Recognition: A Survey. *Frontiers of Computer Science in China*, 1 (2), 2007.
5. Zhang, G. P.: Neural networks for classification: a survey. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 2000 — Part C: Applications and Reviews, 30 (4):451–462.
6. Gomez Sanchez E., Dimitriadis Y. A., Mas M. S.-R., Garcia P. S., Cano Izquierdo J. M., Coronado J. L.: On-Line Character Analysis and Recognition with Fuzzy Neural Networks. *Intelligent Automation and Soft Computing*, Vol. 7, No. 3, pp. 161–162, 1998.
7. Verma, B., Blumenstein M., Kulkarni S.: Recent Achievements in Off-Line Handwriting Recognition Systems.
8. Ling, M. Lizaraga, N. Gomes, A. Koerich: A prototype for brazilian bankcheck recognition. In S. Impedovo et al, editor, *International Journal*, World Scientific 1997, pp. 549–569.
9. Kittler, J., Hatef M., Duin R., Matas J.: On combining classifiers. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 1998, 20 (3):226–239.
10. Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика: Пер. на русский язык / Ю. А. Зуев, В. А. Точенов, 1992. — 184 с.
11. Долгова, Е. В., Курушин Д. С. Компьютерные нейросетевые технологии, Пермь, ПГТУ, 2008.

Использование технологий web 2.0 на уроках информатики и ИКТ как фактор, способствующий повышению познавательной активности учащихся

Макарова Елена Владимировна, учитель информатики и ИКТ

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

В настоящее время в мире стремительно происходит информатизация общества. Жизнь современного человека невозможно представить без использования компьютера, информационных технологий, которые применяются в разнообразных сферах человеческой деятельности: в медицине, экономике, космонавтике, науке, образовании. В связи с этим возрастает роль уроков информатики в подготовке конкурентоспособного выпускника школы, умеющего ориентироваться и реализовывать себя

в современных социальных условиях. Поэтому возникла необходимость поиска наиболее оптимальных средств обучения учащихся.

Технологии Web 2.0 позволяют пользователю самому загружать и редактировать контент (содержимое) ресурса. К технологиям Web 2.0 относят социальные сети, блоги, сайты wiki, Wikipedia и т. д. [2, с. 3]

Активное применение в образовательной деятельности технологий web 2.0 обусловлено тем, что по сравнению

с традиционными учебно-методическими средствами они обеспечивают новые возможности, а существующие функции урока реализуются с более высоким качеством. Назовем основные преимущества применения технологий web 2.0:

- создание условий для самостоятельной проработки учащимися учебного материала (самообразования);

- более глубокая индивидуализация обучения и обеспечение условий вариативности упражнений, способных настраиваться на текущий уровень подготовки учащихся;

- возможность автоматизированного контроля и более объективное оценивание уровня усвоения учебного материала учащимися;

- создание условий для эффективной реализации прогрессивных психолого-педагогических методик, например, таких, как погружение в виртуальную реальность [4, с. 4].

Каждому учителю предоставляется возможность оптимизировать учебную деятельность в соответствии с современными требованиями, что позволяет обратиться к инновационным подходам и технологиям преподавания. Технологии web 2.0 представляют собой ресурсы, на которые пользователь не только самостоятельно загружает

контент, но также хранит его в «облаке», т. е. на сервере ресурса. Такие технологии удобны тем, что не требуют установки специального программного обеспечения, являются доступными каждому пользователю.

Особая роль технологий web 2.0 в образовании заключается в том, что они не только выполняют функции инструментария, используемого для решения отдельных педагогических задач, но и придают качественно новые возможности обучению, стимулируют развитие дидактики и методики, способствуют созданию новых форм обучения и образования.

Рассмотрим некоторые ресурсы, основанные на технологии web 2.0.

Сервис LearningApps [4] привлек внимание тем, что позволяет использовать как готовые задания по предмету, так и создавать собственные на основе шаблонов. В качестве примера рассмотрим разработку задания по информатике и ИКТ (8 класс) на тему «Устройства ввода и вывода информации», выполненного в сервисе LearningApps. Учащимся необходимо среди заданных устройств выбрать в одну группу все устройства ввода информации, во вторую группу — устройства вывода информации (рис. 1).



Рис. 1. Упражнение «Устройства ввода и вывода информации»

В блок «Выбор мультимедийного содержания» загружаются заранее подготовленные изображения устройств ввода и вывода информации. Картинки сжаты для web-страницы. В блоке «Обратная связь» вводится текст, который будет появляться, если найдено верное решение. В блоке «Помощь» создаются некоторые подсказки, как решить задание. Они могут быть доступны пользователю через небольшой значок в верхнем левом углу. Следует нажать кнопку «Установить и показать в предварительном просмотре». Восьмиклассник, прочитав задание, классифицирует устройства ввода и вывода в две колонки. С помощью функции «Проверить решение» проверяется правильность расположения в группы устройств. В конце разработки упражнения необходимо сохранить результат.

Далее можно поместить разработанное упражнение на своем личном сайте учителя, скопировав HTML-код упражнения и вставив его на странице сайта.

Сервис Linoit позволяет размещать стикеры. Учитель должен зарегистрироваться на данном сервисе и создать начальный стикер, который будет формулировать основное содержание контента. Учащиеся затем добавляют информацию без регистрации. Например, данный сервис учитель может использовать на начальном этапе урока при формулировании учащимися ожидаемых результатов.

Microsoft Sway позволяет создавать интерактивные презентации, личные рассказы, интерактивные отчеты он-лайн, цифровые истории. Пользователь выбирает и добавляет контент, а остальные действия выполняет сама программа.

Данная технология, используя систему поиска Bing по ключевым словам, автоматически находит и предлагает перечень ресурсов, которые необходимы для создания информационного продукта. Также данная технология позволяет организовать совместную работу пользователей. Все созданные материалы хранятся на сервере Sway.

Для работы с технологией необходимо создать учетную запись Microsoft. После входа пользователь может ознакомиться с учебными видео материалами. Начав новый продукт можно как на самом сервисе, так и загрузив в него файлы из MS Word или Power Point.

Данный сервис удобен тем, что можно просматривать презентации с мобильных устройств. Когда школы на карантине, в электронном дневнике прикрепляется ссылка на просмотр урока и выполнение заданий к нему.

К технологиям Web 2.0 относят офисные приложения Google. docs. Данный сервис удобен тем, что все учащиеся могут выполнять одновременно работу над одним и тем же проектом. Ресурс Google. docs включает в себя следующие возможности:

— Google Документ — представляет собой текстовый процессор.

— Google Презентация — предоставляет пользователю возможности для создания презентаций.

— Google Таблица — представляет собой табличный процессор.

— Google Рисунок — представляет собой графический редактор.

— Google Сайты — представляют html-редактор для создания сайтов.

— Google Карты — позволяют создавать собственные карты.

— Google Формы — служит для создания опросов и получения результатов [1].

При работе над проектом «История моего города — Старый Оскол» учащиеся 8 класса создали интерактивную презентацию. В процессе выполнения данной работы учащиеся были поделены на группы по 2 человека. Каждой группе была поручена работа над одним конкретным слайдом: основание города, слободы, духовное наследие, город во время Великой Отечественной войны, герои-старооскольцы, послевоенное развитие, промышленные предприятия, известные люди города (рис. 2).

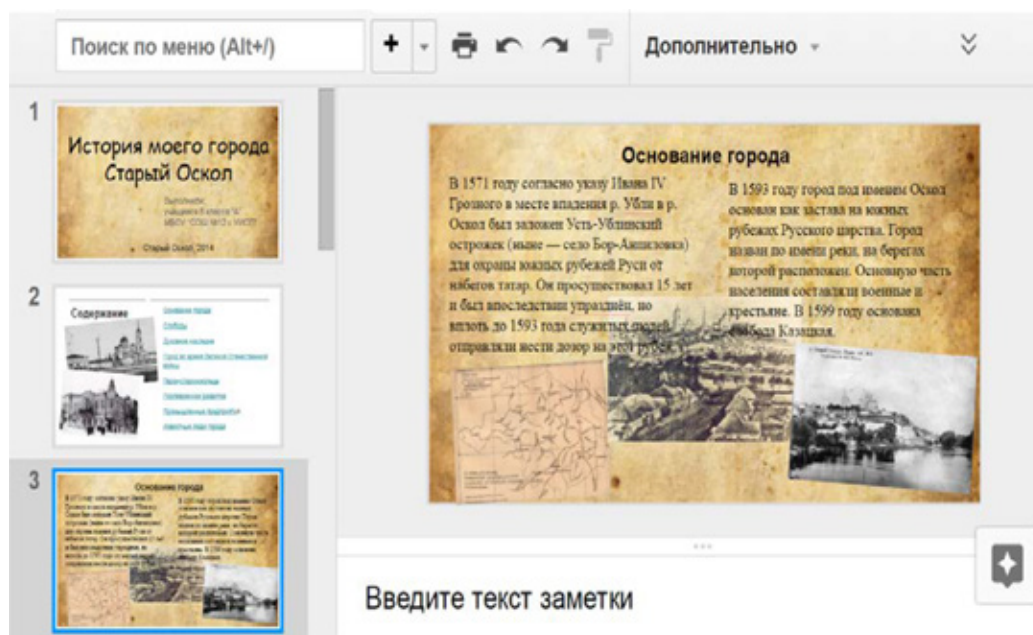


Рис. 2. Презентация «История моего города — Старый Оскол»

При изучении темы «Табличные информационные модели» в 7 классе учащиеся выполняют практическую работу в сервисе Google Документы. Учащимся предлагается создать таблицы «Великаны», «Золотое кольцо России», «Прогноз успеваемости учеников класса». В качестве домашнего задания учащиеся выполняют задание по созданию таблицы по выбору на одну из тем «Самые крупные животные планеты», «Самые высокие горы», «Самые длинные реки».

При изучении тем «Всемирная паутина как информационное хранилище» в 8 классе и при изучении раздела

«Коммуникационные технологии» в 9 классе учащиеся работают в сети Интернет. На первой практической работе школьникам предлагается зарегистрировать свой аккаунт на сайте gmail.com, далее создаются для каждого класса Google-группы. В форумах каждой группы удобно размещать задания к уроку, методические материалы к выполнению практических работ, заготовки упражнений, которые учащиеся применяют на уроках. Также данный метод позволяет ученикам, пропустившим занятия по какой-либо причине, выполнить задание дома и предоставить его на проверку учителю.

С помощью Google Формы учитель имеет возможность проводить викторины, создавать анкеты, тесты. При создании формы автоматически создается таблица Google, в которой накапливаются результаты заполнения формы.

При использовании возможностей Google-документ в образовательной деятельности мы пришли к выводу, что организация совместной деятельности учащихся продуктивно сказывается на активизации познавательной деятельности, возрастает интерес школьников к изучению предмета. Учащиеся имеют возможность коллективно работать над созданием презентаций, плакатов, инфографиков, газет, разрабатывать карты. Работа над совместными проектами способствует повышению самооценки учащихся, служит средством для мотивации к обучению, что является важным условием для повышения познавательной активности.

Литература:

1. Документы Google — офисные приложения онлайн [Электронный ресурс]. — Режим обращения: <https://docs.google.com/> (Дата обращения: 27.10.2016).
2. Осетрова, Н.В. Книга и электронные средства в образовании / Н.В. Осетрова — М.: Изд. сервис Логос, 2010. — 144 с.
3. Learning Apps. [Электронный ресурс]. — <https://learningapps.org> (Дата обращения: 08.11.2016).
4. Уваров, А.Ю. Российская школа и ИКТ: облачные вычисления / А.Ю. Уваров // Информатика, 2014. — № 1. — с. 4–15.

Виды архитектур нейронных сетей

Москалев Никита Сергеевич, студент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

В этой статье представлен обзор наиболее популярных архитектур нейронных сетей. Для некоторых из них приведены подходящие сферы применения. В заключении сделаны рекомендации по выбору нейронной сети.

Тема искусственного интеллекта популярна уже не первое десятилетие, но в последнее время изучение этого вопроса находит широкое распространение [1]. Для создания искусственного интеллекта необходимо разработать модель поведения как у живого организма, способного учиться. Такой моделью является искусственная нейронная сеть, некоторые из архитектур которой будут освещены в данной статье.

Составляющие искусственной нейронной сети

Все искусственные нейронные сети состоят из так называемых нейронов — модели, представляющей из себя пороговую величину, и связей между нейронами — синапсами. Принято изображать искусственную нейронную в виде графа, где нейроны — это узлы, а синапсы — взвешенные связи между узлами.

Модель нейрона показана на рисунке 1.

Из этого рисунка можно получить общее представление о работе искусственного нейрона. На вход поступает некоторое количество сигналов, которое заранее опреде-

лено выше изложенного следует, что данная система организации уроков информатики и ИКТ позволяет учителю добиваться высокого уровня усвоения учебного материала, организовывать образовательный мониторинг, выявлять пробелы в знаниях учащихся, корректировать работу по их ликвидации, а учащимся осуществлять самоконтроль, самопознание, рефлекссию и активизацию своей познавательной деятельности.

Таким образом, активное, целенаправленное применение на уроках информатики и ИКТ технологий web 2.0 позволяет заинтересовать школьников в изучении предмета «Информатика и ИКТ», что в свою очередь влияет на повышение познавательной активности учащихся, на формирование их информационной культуры.

лено архитектором нейронной сети по критериям отбора, связанными с типом решаемой задачи. Эти сигналы умножаются на вес W и суммируются. После, функция активации преобразует полученные данные в своего рода ответ. Обычно этот ответ находится в диапазоне $[0;1]$ или $[-1;1]$. Функции активации бывают различными, чаще всего встречается:

— линейная функция:

$$f(x) = x$$

— сигмоид:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^x}$$

— гиперболический тангенс:

$$f(x) = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1}$$

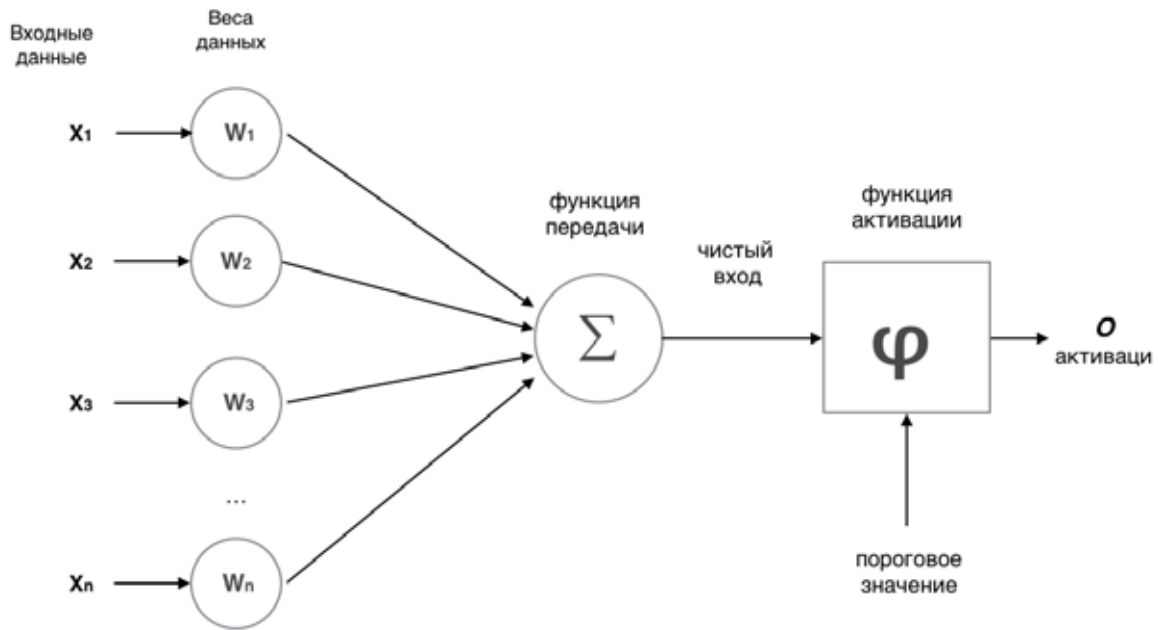


Рис. 1. Модель искусственного нейрона

В искусственных нейронных сетях присутствует разнообразный набор таких активационных функций.

Путём объединения нескольких нейронов создаётся искусственная нейронная сеть.

Перцептроны

Перцептрон — система из сенсоров разных типов: сенсоры (S), ассоциативные (A) и реагирующие (R) [2]. Общий вид перцептрона представлен на рисунке 2.

С учётом того, что каждый нейрон имеет вид, представленный на рисунке 1, можно сказать, что слой элементов S никак не преобразует данные, а лишь передаёт их на следующий слой, таким образом его можно исключить [4]. Даже такая модель может решить задачу классификации и сформировать базовый логический элемент, например, исключающее ИЛИ.

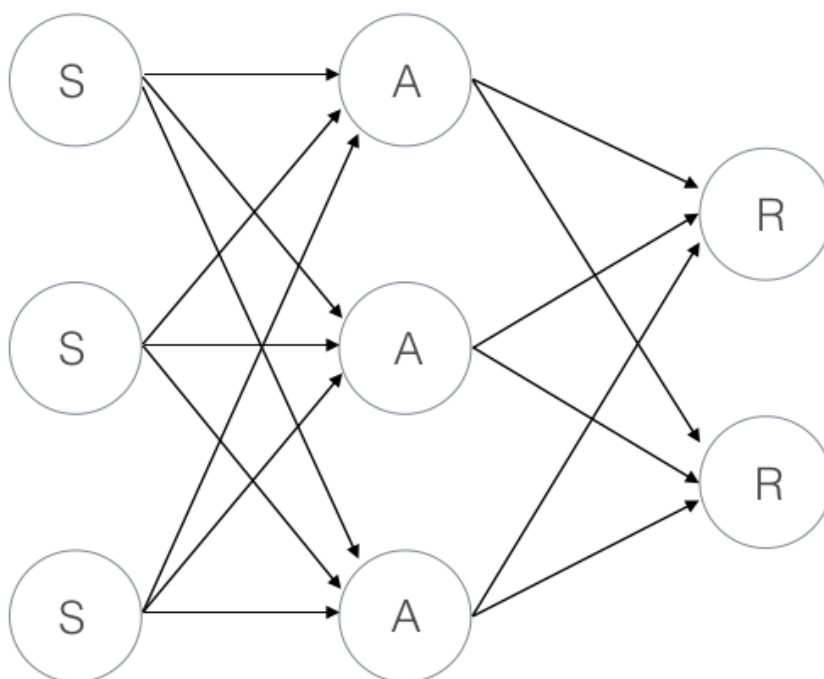


Рис. 2. Архитектура перцептрона

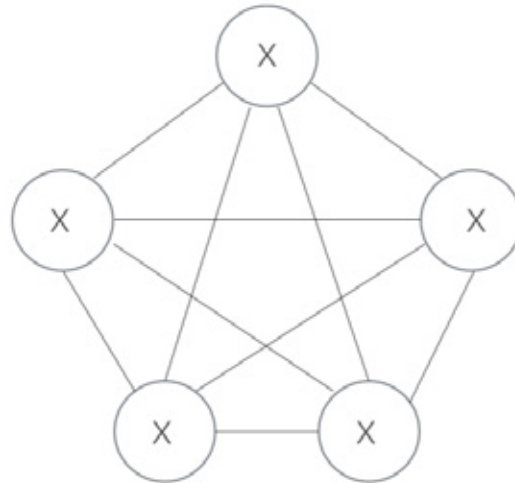


Рис. 3. Архитектура сети Хопфилда

Сеть Хопфилда

Сеть Хопфилда — этот вид сети представляет из себя полностью связанный граф представленный на рисунке 3.

В этой сети каждый нейрон выступает во всех трёх ипостасях. До обучения каждый нейрон является сенсорным, пока идёт обучение, все они ассоциативные, после обучения — реагирующие.

Эта сеть выдаёт ответ после принятия устойчивого состояния. Система стабилизируется не до конца, так как общая энергия сети уменьшается с каждой итерацией обучения. Нейроны, как правило, обучаются последовательно, хотя возможен и параллельный процесс.

Эти сети используются как ассоциативная память, их использование оправдано в случае «дорисовки» картины событий имея её существенную часть.

Свёрточная нейронная сеть

Это вид сети сильно отличается от остальных, в основном используется для работы с графической и аудио информацией. Модель такой сети представлена на рисунке 4. Эта архитектура обрабатывает данные не целиком, а фрагментами, но при этом данные не дробятся на части, а осуществляется своего рода последовательный прогон. Затем данные передаются дальше по слоям. Кроме свёрточных слоёв (С) используются также слои объединения (P — pooling). Например, из аудиодорожки выбираются только ключевые моменты: пики амплитуд и паузы. Слои объединения сжимаются с глубиной (обычно степенью двойки). К конечным слоям добавляются несколько перцептронов (сеть прямого распространения), для последующей обработке данных.

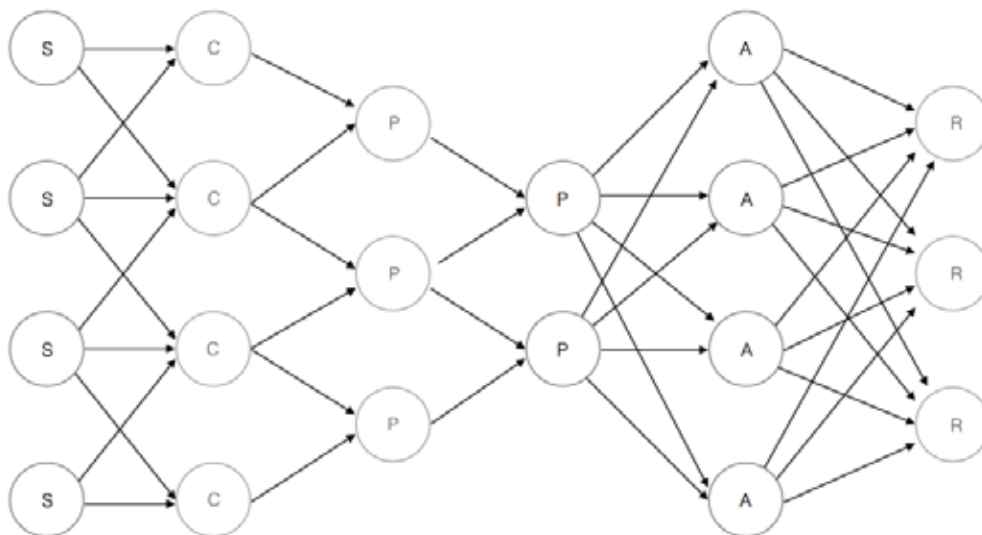


Рис. 4. Архитектура свёрточной нейронной сети

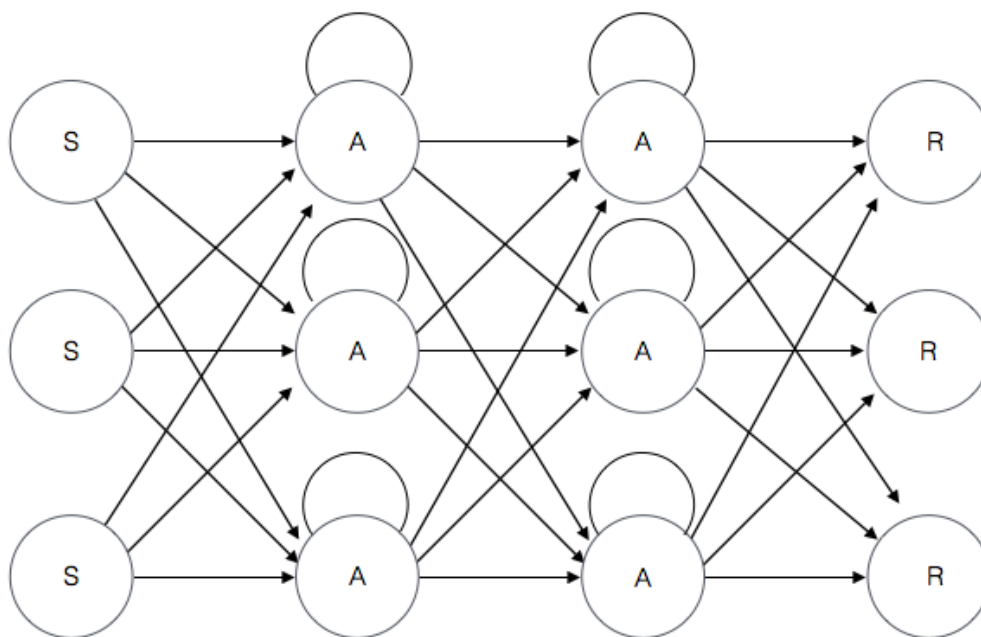


Рис. 5. Архитектура рекуррентной нейронной сети

Эта архитектура является наиболее подходящей для распознавания изображений и их классификации. С её помощью возможно распараллеливание вычислений, и, как следствие, использование графических процессоров. Однако эта архитектура нуждается в настройке большого количества варьируемых параметров, таких как количество слоёв, количество ядер в каждом слое, функции активации каждого нейрона и многие другие.

Рекуррентная нейронная сеть

Эта архитектура похожа на сеть прямого распространения, но со смещением во времени. Информация к нейронам приходит не только с предыдущих слоёв, но и от самих себя с предыдущей итерации. Эта сеть показана на рисунке 5.

К сожалению информация в этих сетях со временем теряется со скоростью, зависящей от активационных функций. Эту архитектуру можно использовать в самых различных случаях, ведь любые данные можно представить в виде последовательности.

Выводы

В заключении можно сказать, что выбор нейронной сети основывается главным образом на типе решаемой задачи (аппроксимация, прогнозирование, кластеризация) и входных данных (размерности, ключевых факторах). Так же не стоит выбирать сложную нейронную сеть для обработки больших данных, следует преобразовывать данные по стандартным алгоритмам для уже существующих решений.

Литература:

1. Электронный ресурс: Динамика популярности по запросу «Искусственный интеллект» Google. com https://www.google.ru/trends/explore?date=all_2008&gprop=news&q=%2Fm%2F0mkz&hl=ru
2. Фрэнк Розенблатт. Принципы нейродинамики. Перцептроны и теория механизмов мозга. Издательство «Мир», 1965г — стр. 82
3. Электронный ресурс: Зоопарк архитектур нейронных сетей / Хабрахабр <https://m.habrhabr.ru/company/wunderfund/blog/313696/>
4. Электронный ресурс: Учебник по нейронным сетям / Neuralnet <http://neuralnet.info/глава-3-перцептроны/#история-перцептрона>

Корпоративные сети и проблемы безопасности

Нагиева Абабил Фахраддин гызы, старший преподаватель
Азербайджанский технологический университет (г. Гянджа)

Термин *корпорация* происходит от латинского «*corporatio*», т. е. объединение. Предназначается для создания взаимной связи между субъектами, входящими в это объединение и другими членами общества.

При обеспечении существования и развития информационной корпорации возникает проблема её безопасности. Потеря информации, относящейся к субъекту корпорации, т. е. персональной информации, не может быть весомой утратой корпоративных ресурсов.

Но утрата контроля над обменом информации в корпорации может быть значительной утратой ресурсов, может привести к подмене реальной информации ложной, а в результате злоумышленники могут частично овладеть контролем деятельности корпорации. [1]

Компьютерная сеть (КС) — это специальная сеть предназначенная для выполнения вычислений, объединения коммуникационных и информационных ресурсов и передачи электронных данных (например, электронных документов, голоса, видеоизображений).

В общем случае КС это система, обеспечивающая информационный обмен между различными прикладными программами, используемыми в корпорации. КС включает в себя различные компоненты системных и прикладных программ, сетевые адаптеры, концентраторы, коммутаторы и маршрутизаторы и кабельные системы.

Современные КС обеспечивают различного рода службы. К этим службам относятся традиционные передачи данных, IP-телефония, аудиоконференции и видеопередачи, защита и видеонаблюдение.

Использование КС обеспечивает в учреждении нижеприведенные функции.

- совместную эффективную работу пользователей
- максимально рациональное использование компьютеров, периферийных устройств и программных средств
- простоту и удобство доступа к данным, находящимся в общем пользовании

Современные корпорации это сложные и многопрофильные структуры, представляющие собой распределенную иерархическую систему управления. Кроме этого в корпорацию входят находящиеся вдалеке друг от друга учреждения, отделения и административные офисы. Именно с этой целью создаются корпоративные сети (КС) для централизованного управления этими объединениями учреждений.

Решение телекоммуникационных проблем

Одной из основных проблем при создании КС является организация каналов связи. Как правило КС охватывают большие территории, т. е. включают в себя офисы,

отделения и др. структуры, расположенные вдалеке друг от друга. В большинстве случаев узлы КС располагаются в различных городах, в некоторых случаях в различных странах и, даже, континентах.

Принципы построения подобных сетей отличаются от принципов построения локальных сетей (ЛС), охватывающих несколько зданий. Основное различие состоит в том, что территориально распределенные КС используют арендованные каналы связи.

Если при создании ЛС затраты на их создание состоят из стоимости соответствующего оборудования и на проводку кабелей, то затраты территориально распределенных КС идут на аренду каналов связи.

В настоящее время эта проблема решается путем подключения к уже существующим глобальным сетям (ГС), например, Internet. В это время требуется лишь обеспечение связи до ближайшего узла ГС, а передачу информации между узлами обеспечивает ГС [2].

Поэтому, при создании даже сколько-нибудь маленькой сети в рамках города, необходимо использовать технологии, способные обеспечить адаптацию к существующим ГС и допускающие расширение создаваемой сети.

При создании КС для передачи данных могут быть использованы все существующие технологии и каналы связи.

Внутри самой для передачи данных можно использовать виртуальные каналы сети с пакетной коммутацией.

Для построения корпоративной информационной системы в качестве виртуальной сети могут быть использованы как X. 25, так и Frame Relay сети. Выбор одного из них производится на базе различных показателей. К этим показателям относятся качество каналов связи, доступность услуг в узлах подключения и финансовые издержки.

На сегодняшний день расходы на междугородную связь для Frame Relay сетей в несколько раз выше, чем для использования X. 25 сетей. С другой стороны высокая скорость передачи информации и возможность при передаче одновременно данных сопровождаемой голосовой составляющей могут быть определяющим аргументом в пользу Frame Relay.

В части использования арендуемых каналов связи КС применение Frame Relay технологии более целесообразно. В этом случае становится возможным как объединение локальных сетей (ЛС) между собой и подключение к интернету, так и использование прикладных программ X. 25 технологий. Самым простым и удобным вариантом для подключения пользователей, находящихся вдали друг от друга, является телефонная связь и Internet, там, где это возможно, использование ISDN (Integrated Services digital network — цифровые сети связи, оказывающие комплексные услуги).

Безопасность корпоративных сетей

Обеспечение информационной безопасности является важной функцией любой сети и этому вопросу должно уделяться особое внимание.

В КС, с использованием глобальных каналов связи, важность обеспечения информационной безопасности и связанное с этим усложнение структуры и состава сети многократно увеличивается. Это связано с расщепленной и циркулирующей в большом пространстве служебной и секретной информацией внутри КС и вытекающей из этого необходимости предотвращения вероятности несанкционированного доступа через многочисленные «слабые» точки КС в условиях наличия большого числа пользователей.

Одним из основных этапов построения КС является выбор и создание политики безопасности (ПБ).

ПБ это совокупность документированных управляющих решений, предназначенных для защиты информации и связанных с ней ресурсов. ПБ корпоративной сети отображает правила входа в сетевые ресурсы и надзор за их использованием, управления сетью, дальнейшего развития и т. д.

С практической точки зрения ПБ подразделяется на 3 уровня:

- решения, принимаемые руководством предприятия, всецело относящиеся к предприятию и имеющие общий характер
- вопросы, относящиеся к различным аспектам информационной безопасности
- конкретные службы информационной системы

При создании КС необходимо уделить крайне значительное внимание безопасности передачи данных и пре-

дотвращению нежелательного доступа к корпоративной информации. [4]

Современные средства защиты информации способны на высоком уровне обеспечить безопасность сетей.

Межсетевые экраны (МСЭ), организация специальных виртуальных сетей (СВС), системы обнаружения несанкционированных доступов и др. позволяют безопасную передачу информации в любой части КС.

Для предотвращения нежелательных доступов к информационным ресурсам предприятия в КС создаются демилитаризованные зоны (ДМЗ) рис. 1

Эта зона играет буферную роль между внутренней сетью, например Internet. В этой зоне обычно располагается w. w. w. сервер и почтовый сервер. Управление связями и пакетами в ДМЗ осуществляется с помощью МСЭ.

Система управления входами пользователей КС в Internet и пользователей из Internet в КС строится на базе МСЭ и Web — сервера. Под понятием обеспечение безопасности КС понимается организация «сопротивления» попыткам несанкционированного доступа к процессу функционирования, а также, модификации аппаратных средств, программных обеспечений и данных, краже, выводу их из строя и уничтожение.

В инфраструктуру безопасности КС входят:

- надзор за входами;
- аутентификация;
- шифрование (электронно-цифровая подпись (ЭЦП));
- контентный анализ и др.

Приведенные здесь положения в общем отображают в себе основные принципы построения корпоративной сети и могут быть использованы в практических целях.. [3]

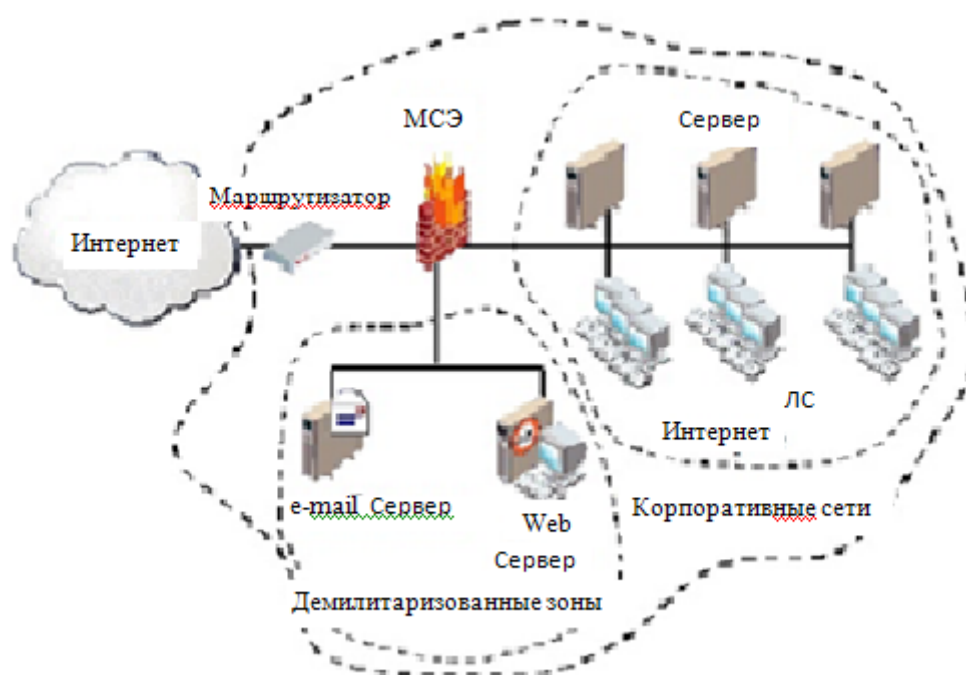


Рис. 1. Структура обеспечения безопасности схемы корпоративной сети

Литература:

1. Daemen, J., Rijmen V. AES Proposal: Rijndael. Document version 2.
2. Datapro Reports on Information Security, vol. 1–3,.
3. Dierks, T., Allen C. RFC 2246: The TLS Protocol Version 1.0. January 2009 DoD 5200.28-STD. Department of Defence Trusted Computer System Evaluation Criteria (TCSEC)
4. Interoperability Specification for ICCs and Personal Computer Systems. Part 8. Recommendations for ICC Security and Privacy Devices. Revision 1.0. PC/SC Workgroup.

Использование OLE-объектов в документах Microsoft Word как средство распространения вредоносных программ. Методы защиты от них

Рудниченко Алексей Константинович, студент;
Кошелев Семён Олегович, аспирант
Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток)

В данной статье рассказывается, что такое OLE интерфейс, его простейшее применение. Также рассматривается, как с помощью него распространяются вредоносные программы в виде документов Microsoft Word на различные предприятия. Предлагается список мер, которые помогут уменьшить риск получения заражённого файла на компьютеры организации.

Ключевые слова: Microsoft Office, Word, OLE интерфейс, OLE объекты, информационная безопасность, вредоносные программы

В настоящее время в мире существует множество программ, разработчики которых относят свои продукты к разряду офисных. Наибольшую популярность набрал Microsoft Office. Самым массовым продуктом из этого набора является Microsoft Word. Им пользуются практически все как на домашних компьютерах, так и на компьютерах на предприятиях.

Microsoft Word (MS Word) — многофункциональная система обработки текстов, обладающая полным набором средств, необходимых для быстрого создания и эффективной обработки документов практически любой степени сложности. Но на редактировании текста его функционал не ограничивается. Расширяются возможности офисных программ семейства Microsoft с помощью различных дополнений, таких как Visual Basic для приложений, OLE объекты, ActiveX объекты и другие. Таким образом, MS Word — не только текстовый редактор, а ещё средство для выполнения самых разных алгоритмов, написанных на Visual Basic или запуска и связывания с документом различных программ.

Интерфейс OLE (Object Linking and Embedding — связывание и внедрение объектов) поддерживается множеством различных программ и используется для помещения документа, созданного в одной программе, в другую программу. Например, можно вставить документ MS Word в книгу MS Excel. Задача интерфейса OLE проста — создание промежуточного звена между программами для упрощения работы с различным программным обеспечением, поэтому OLE чаще всего используется тогда, когда

обрабатываются составные документы с различными между собой системами. В данный момент OLE интерфейс используется в виде OLE объектов, которые зачастую представляют собой различные мультимедийные данные.

Алгоритм вставки объекта, который содержит ссылку на содержимое из другой программы очень прост:

1. Открыть MS Word и определить место, где будет помещён OLE объект;
2. На вкладке «Вставка» в группе «Текст» щёлкнуть «Объект»;
3. Открыть вкладку «Создание из файла»;
4. В поле «Имя файла» ввести имя файла или нажать кнопку «Обзор» для выбора файла из списка.

Существует два режима вставки объектов:

Без связи с исходным файлом. Вставка содержимого указанного файла в документ происходит так, чтобы его можно было редактировать, используя приложение, в котором он был создан. Изменения в исходном файле не отображаются в OLE объекте, который вставлен в документ. Для этого имеется функция редактирования OLE объекта.

Со связью с исходным файлом. Вставка содержимого файла в документ и создание связи с источником. Изменения в исходном файле будут автоматически отображаться в документе. Редактирование происходит в исходном документе.

В качестве OLE объекта может быть вставлен не только документ из линейки продукта Microsoft Office. Например, возможно вставить ссылку на простейший текстовый документ, изображение или PDF-документ.

Особое внимание стоит уделить тому, что функционал OLE интерфейса позволяет вставлять таким же образом и исполняемые файлы, которые могут нанести вред операционной системе или отдельным файлам.

Таким образом, OLE объект и сам документ, созданный в Microsoft Word, может содержать в себе вредоносный код, который не будет детектироваться антивирусным программным обеспечением. Отсутствие каких-либо замечаний со стороны защищающих программ обуславливается тем, что вредоносный код создан полностью легальными средствами, а также потому что конечным результатом является документ формата «*.doc» или «*.docx» соответственно.

Вредоносный код, содержащийся в OLE объекте, выполняется не сразу. Для запуска исполняемого файла из документа MS Word необходимо кликнуть два раза по вставленному объекту. На данном этапе злоумышленники пытаются доказать жертве отсутствие подозрительного контента: рисунок стандартного объекта заменяется на изображение какой-либо таблицы, а над ней пишется просьба о том, что необходимо кликнуть на таблицу дважды (например, «Для просмотра таблицы кликните дважды на таблицу»). Для запуска исполняемого файла пользователь должен согласиться с запуском в вполне стандартном окне запуска. Пример вредоносного документа с OLE объектом представлен на рисунке 1.

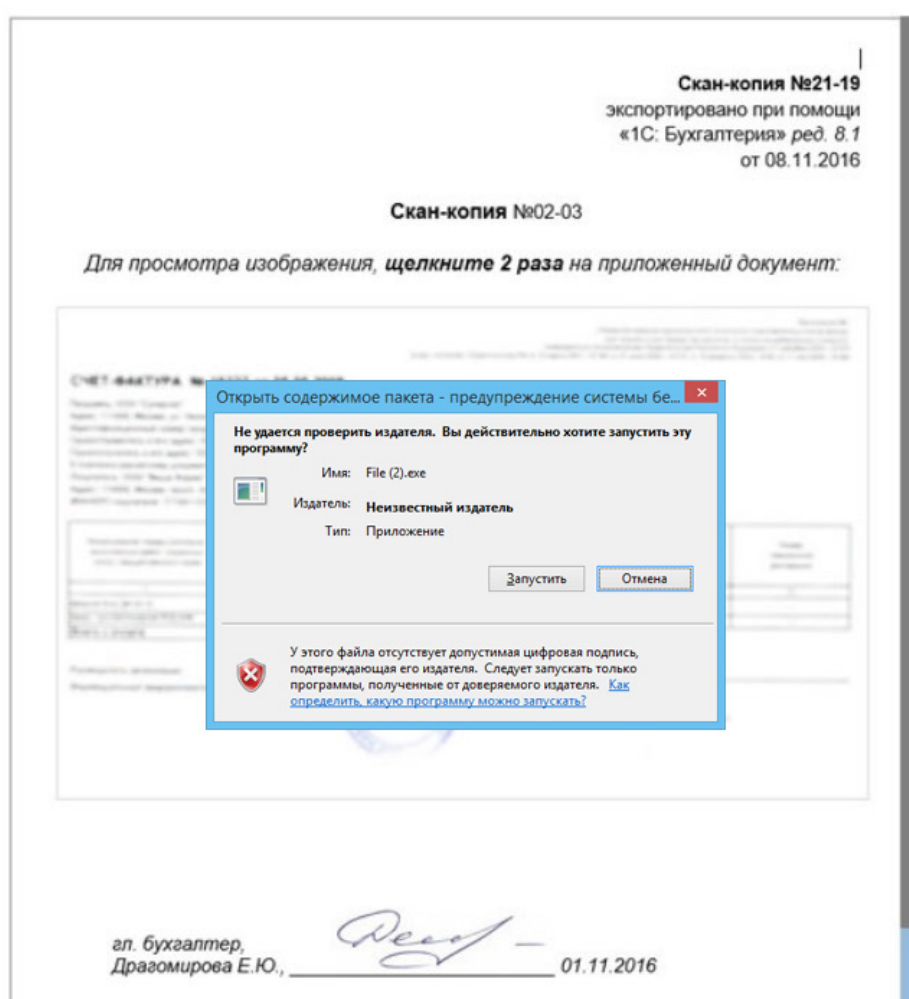


Рис. 1. Демонстрация вредоносного документа с OLE объектом

Для убедительности такие документы с вредоносным кодом посылаются по электронной почте под видом письма от государственных органов (например, налоговой службы) с помощью замены заголовка письма. Таким образом, сотрудник, открывающий письмо, не видит настоящего адреса отправителя. Он замаскирован (например, под pogetry@palog.ru), и визуально определить, настоящий это адрес или изменённый заголовок, зачастую невозможно.

В рамках любого предприятия неосведомлённые сотрудники могут пропустить предупреждение об открытии исполнительного файла, так как оно выглядит стандартно и пользователем нарочно пропускается в силу привычного интерфейса окна. Формату Microsoft Word чаще всего доверяют и не подозревают от него никакой вредоносной активности, что «играет на руку» злоумышленникам. Исходя из этого, шанс того, что сотрудник организации откроет документ и осуществит за-

пуск вредоносного программного обеспечения, достаточно велик.

Безусловно, в интересах организации обезопасить компьютеры сотрудников. Для того, чтобы уменьшить (или вовсе исключить) риск заражения от данного способа распространения вредоносных программ предлагаются следующие меры:

— Использование аппаратных или программных средств защиты для фильтрации трафика электронной почты. Таким образом, письма с изменёнными заголовками будут отсеиваться или помечаться статусом «Подозрительно»;

— Своевременное и регулярное обучение сотрудников организации, а также их информирование о сценариях заражения, так как распространение вредоносных документов допустимо и без использования электронной почты;

— Использование относительно новой версии пакета Microsoft Office (2010 и выше). Последние версии данного

продукта имеют в своём функционале «Защищённый просмотр», что уменьшает шанс того, что сотрудник откроет OLE объект. «Безопасный режим» позволяет открывать файлы и просматривать их в более безопасной среде (без использования макросов и дополнительных объектов).

Таким образом, стандартные легитимные средства редактирования документов могут служить распространителями различных программ без ведома пользователей. OLE объекты — это относительно новая ветвь развития в сфере вредоносных программ для предприятий. В конце 2016 года в адрес некоторых организаций уже начинают поступать такие документы, так как они отлично подходят для «доставки» вирусов-шифровальщиков или других вредоносных программ на компьютер жертвы руками обычных пользователей. А отследить, откуда пришло письмо с загадочным документом, зачастую не предоставляется возможным.

Литература:

1. Object Linking and Embedding // Википедия — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Object_Linking_and_Embedding
2. Создание и изменение объектов OLE и управление ими // Microsoft Support — URL: <https://support.office.com/ru-ru/article/Создание-и-изменение-объектов-OLE-и-управление-ими-e73867b2-2988-4116-8d85-f5769ea435ba>
3. ActiveX // Википедия — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/ActiveX>
4. Технология Microsoft OLE используется для внедрения вредоносного кода в документы // Журнал «Хакер» — URL: <https://hacker.ru/2016/06/16/microsoft-ole-for-malware/>

Исследование принципов работы программ распознавания музыки, используемых в современных приложениях

Сорока Владимир Григорьевич, бакалавр;

Фатеев Денис Сергеевич, магистрант

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

Важную роль в программах распознавания звука имеет такой параметр, как частота дискретизации, так как изначально аналоговый сигнал нужно преобразовать в цифровой для дальнейшей обработки. Микрофон конвертирует звуковые колебания в аналоговый (непрерывный) электрический сигнал. Далее сигнал дискретизируется посредством выборки значений амплитуд сигналов, и производится квантование аналогового сигнала [1]. Согласно теореме Котельникова частота дискретизации в два раза больше верхней границы частот, которые воспринимаются человеком (воспринимаются частоты от 20 Гц до 20 кГц) [2]. Поэтому звук обычно записывается с частотой дискретизации 44,1 кГц.

Современные мобильные устройства уже содержат встроенные аналогово-цифровые преобразователи. То есть для распознавания звука необходимо лишь наличие соответствующего программного обеспечения, для его

разработки целесообразно использование библиотек для работы со звуком. Примерами таких библиотек могут служить OpenAL, PortAudio, Audiere и SDL.

OpenAL (англ. Open Audio Library) — кроссплатформенный интерфейс программирования приложений (API) для работы с аудиоданными. Ключевой особенностью является работа со звуком в 3D пространстве и использование эффектов EAX. Поддерживается компанией Creative. [4]

PortAudio является аудиобиблиотекой, которая дает Audacity возможность воспроизводить и записывать звук независимо от используемой платформы. В PortAudio предоставляются кольцевые буферы, средства, позволяющие изменять частоту дискретизации при воспроизведении/записи, и, самое главное, предоставляется интерфейс API, который скрывает различия между аудиообработкой на платформах Mac, Linux и Windows. [5]

Audiere является полностью бесплатной, распространяется по лицензии LGPL, и поставляется с исходниками. Audiere проигрывает следующие форматы звуковых файлов: Ogg Vorbis, MP3, FLAC, несжатый Wav, AIFF, MOD, S3M, XM, и IT. Из платформ поддерживается: Windows, Linux и IRIX. [6]

Simple DirectMedia Layer (SDL) — это свободная кроссплатформенная мультимедийная библиотека, ре-

ализующая единый программный интерфейс к графической подсистеме, звуковым устройствам и средствам ввода для широкого спектра платформ. Данная библиотека активно используется при написании кроссплатформенных мультимедийных программ (в основном игр). [7]

Результаты сравнения библиотек представлены в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты сравнения библиотек

Библиотека	OpenAL	PortAudio	Audiere	SDL
Свободный доступ	+	+	+	+
Кроссплатформенность	+	Mac, Linux, Windows	Window, Linux, IRIX	+

Рассмотрим алгоритм распознавания шаблона звуковой последовательности. Данные, полученные со звуковой карты, записываются в массив, описывающий изменения амплитуды сигнала с течением времени. Для этого сигнал подвергается преобразованию Фурье. Дальнейшей целью разработчика является определение частотных характеристик сигналов. Оптимальным алгоритмом вычисления преобразования Фурье дискретное является быстрое преобразование Фурье (БПФ) [3]. Основная идея БПФ состоит в том, чтобы разбить исходный N-отсчетный сигнал $x(n)$ на два более коротких сигнала, ДПФ которых могут быть скомбинированы таким образом, чтобы получить Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) исходного N-отсчетного сигнала. Для каждого языка существует библиотека, позволяющая выполнить быстрое преобразование Фурье (например, в Java есть библиотека JTransform, а в C для этой процедуры используется FFTW).

Однако при быстром преобразовании Фурье происходит потеря информации о последовательности сигнала. Далее используется «скользящее окно», или блок данных, и трансформируется часть сигнала, которая попадает в «окно». Существует несколько подходов определения размера каждого блока. К примеру, если записывается двухканальный звук с размером образца равным 16 бит и с частотой дискретизации 44100 Гц, одна секунда такого звука занимает 176 Кб памяти (44100 образцов * 2 байта * 2 канала). Если установить размер «скользящего окна», равный 4 Кб, то каждую секунду необходимо будет проанализировать 44 блока данных. Для детального анализа композиции такое разрешение слишком велико

$$I = v * b * n, \text{ где}$$

- I — количество информации
- v — частота дискретизации
- b — размер образца а байтах
- n — число каналов).

Следующим этапом является формирование цифровой сигнатуры, при этом ставится задача выбора важных частот из всего множества. Особого внимания требуют частоты с наибольшими амплитудами. Эти частоты могут значительно варьироваться, образуя серьезные по вели-

чине интервалы и тем самым создавая дополнительные трудности. Для решения данной проблемы частотный диапазон разбивается на небольшие интервалы (деление осуществляется с учетом частот, которые характерны для важных музыкальных компонентов). Возможные интервалы частот указаны на Рисунке 1.

От 30 Гц до 40 Гц, от 40 Гц до 80 Гц и от 80 Гц до 120 Гц для низких звуков, от 120 Гц до 180 Гц и от 180 Гц до 300 Гц для средних и более высоких звуков. Выбор обусловлен тем, что с помощью интервалов для низких звуков удается распознать инструменты с низкой частотой звукоизвлечения, а с помощью средних и высоких — вокал и другие. В каждом интервале осуществляется поиск наибольших значений амплитуды сигнала. Эти данные представляют собой отдельные сигнатуры, которые, в свою очередь, являются элементами сигнатуры целого произведения.

Далее полученная сигнатура сравнивается с теми, что хранятся в базе данных. Для упрощения поиска нужного трека их сигнатуры используются как ключи в хэш-таблице. Однако существует следующая проблема при поиске вычисленных хэш-тегов в базе данных: у многих фрагментов различных музыкальных дорожек хэш-тэги совпадают (некоторые фрагменты различных композиций могут быть похожими или даже идентичными). Поэтому важно помимо хэш-тегов проверять отметки времени. Если хэш-тег совпадает с 2 композициями одновременно, необходимо проверить совпадение хэш-тегов в другом временном промежутке. Запись, на основе которой ищется название произведения, может включать в себя сильный шум, что приводит к расхождениям при сравнении. Поэтому, вместо того, чтобы пытаться исключить из списка совпадений всё, кроме единственной верной композиции, в конце процедуры сопоставления с базой данных записи, в которых нашлись совпадения, сортируются в убывающем порядке. Чем больше совпадений — тем выше вероятность рассчитать нужную композицию.

Таким образом, была рассмотрена цепочка преобразований, через которые проходит музыкальная композиция, прежде чем нами будет получена информация о ее названии и исполнителе. Изначально происходит за-

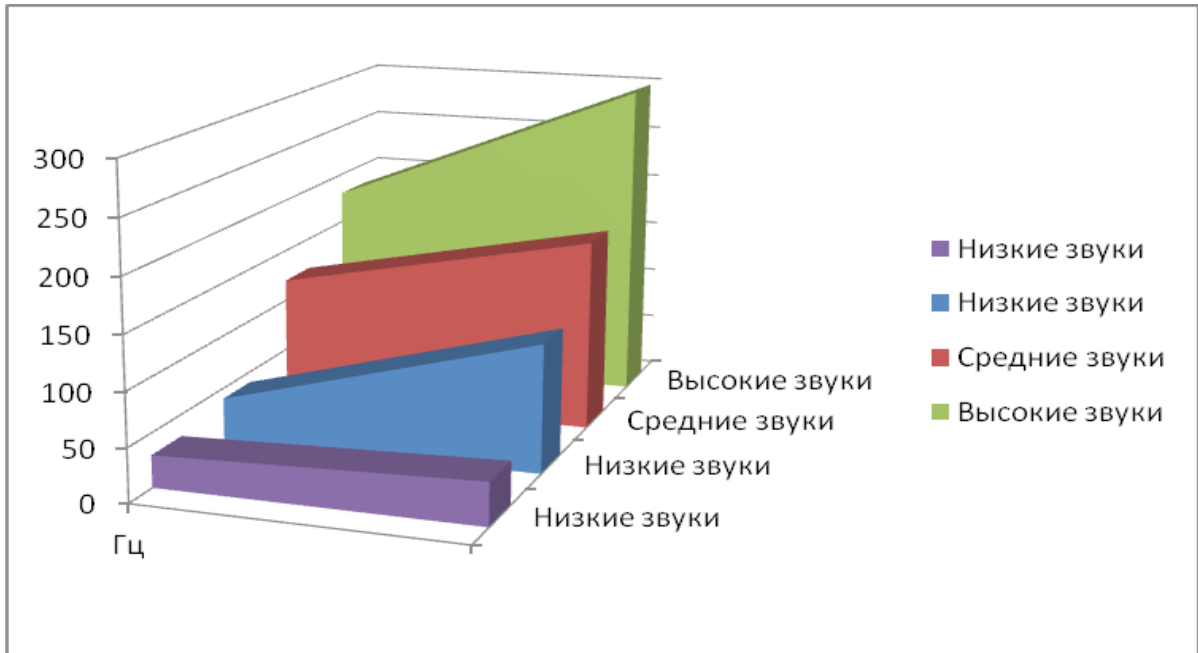


Рис. 1. Интервалы частот

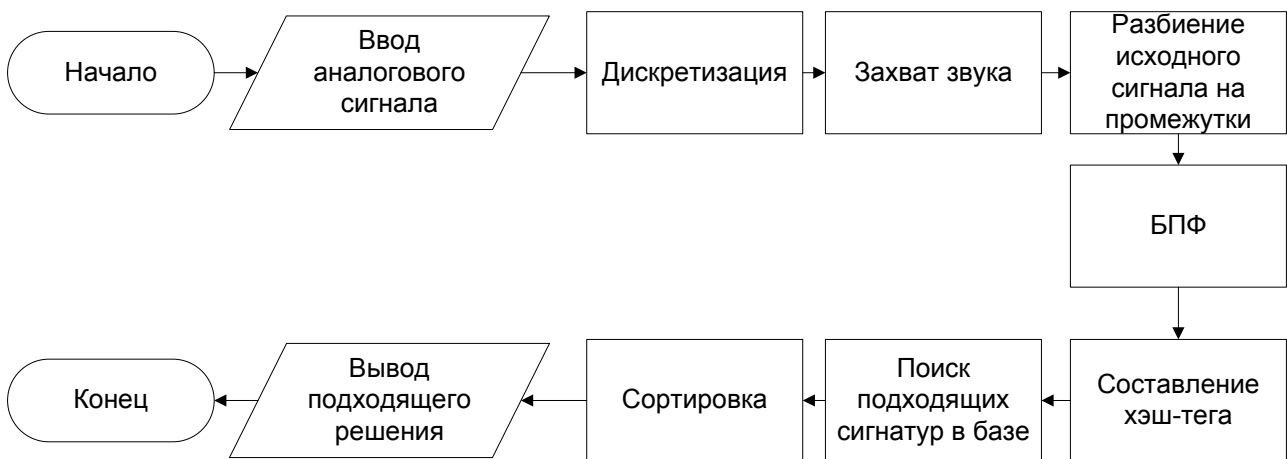


Рис. 2. Схема алгоритма распознавания музыкальной композиции

хват звука, его дискретизация, затем анализируются его частотные характеристики, вычисляются хэш-теги, после чего они сравниваются с теми, что хранятся в базе данных программы.

Литература:

1. Самофалов, К.Г., Романкевич А.М., Валуйский В.Н., Каневский Ю.С., Пиневиц М.М. Прикладная теория цифровых автоматов. — К.: Вища школа, 1987. — 375 с.
2. Ястребов, И.П. Дискретизация непрерывных сигналов во времени. Теорема Котельникова. // Электронное учебно-методическое пособие. — Нижний Новгород, 2012. — 31 с.
3. Александров, В.А. Преобразование Фурье. — Учеб. пособие.: Новосибирск, НГУ, 2002. — 62 с.
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/OpenAL>
5. <http://rus-linux.net/MyLDP/BOOKS/Architecture-Open-Source-Applications/Vol-1/audacity-05.html>
6. <http://rdsn.ru/forum/media/1104238.1>
7. https://ru.wikipedia.org/wiki/Simple_DirectMedia_Layer

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Разработка эффективных методов реализации псевдослучайных последовательностей в системе остаточных классов

Бабенко Михаил Григорьевич, кандидат физико-математических наук, доцент;
 Кияшко Екатерина Сергеевна, соискатель;
 Голиков Сергей Владимирович;
 Стрекозова Светлана Юрьевна;
 Гудиева Наталья Григорьевна
 Северо-Кавказский федеральный университет (г. Ставрополь)

В статье исследуется вопрос генерации псевдослучайных чисел в системе остаточных классов. Для повышения производительности и уменьшения издержек, связанных с реализацией проблемных операций в системе остаточных классов, используется приближенный метод. Разработанный генератор псевдослучайных чисел в системе остаточных классов позволяет повысить производительность и, как показал анализ, проведенный с использованием Diehard, обладает хорошими статистическими свойствами.

Ключевые слова: генератор псевдослучайных чисел, система остаточных классов, тесты Diehard, приближенный метод

При использовании генераторов псевдослучайных чисел на практике важным критерием является скорость генерации последовательности. Для повышения производительности и получения более хороших статистических свойств будем использовать систему остаточных классов (СОК). СОК используется для ускорения выполнения операций, так как в СОК все действия происходят в независимых каналах.

Достоинства такой системы счисления в том, что:

1. Существует независимость образования разрядов чисел, что в свою очередь подразумевает, что каждый разряд несет информацию обо всем исходном числе, а не о промежуточном, получающемся в результате образования более младших разрядов. Отсюда и получаем независимость разрядов числа друг от друга что позволяет параллельно их обрабатывать.

2. Малоразрядность остатков позволяют составлять арифметические таблицы, благодаря чему большинство операций превращаются в простую выборку из таблицы.

Но существуют и некоторые недостатки СОК:

1. Невозможно визуально сопоставить числа, так как его запись не дает представления о его величине.

2. Отсутствие простых признаков выхода числа за пределы диапазона.

3. Ограниченность действий системы над целыми положительными числами.

Получение точного результата, что исключает возможность округления или приближения результата.

В связи с эти разработаем метод генерации простых чисел в СОК.

Система остаточных классов

Пусть задан ряд положительных целых чисел p_1, p_2, \dots, p_n называемых основаниями системы. Число представимое в данной системе будет представлять собой набор остатков (r_1, r_2, \dots, r_n) по данным основаниям. Причем эти остатки должны быть наименьшими положительными остатками [1].

В теории чисел доказано, что если числа p_i взаимно простые между собой, то представление числа остатками r_i будет единственным [2]. Диапазон же максимального числа представимого в СОК с основаниями p_1, p_2, \dots, p_n будет равен:

$$P = \prod_{i=1}^n p_i.$$

¹ Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ молодым ученым и аспирантам СП-1215.2016.5.

Рассмотрим правила выполнения операций сложения и умножения в системе остаточных классов, чисел находящихся в диапазоне $[0, P]$. Пусть нужные нам числа **A** и **B** представлены в виде остатков по основаниям $p_i, i = \overline{1, n}$.

Очевидно, что результатом операций сложения и умножения этих чисел будут остатки $r_i = a_i * b_i$, где a_i и b_i — остатки чисел **A** и **B** по модулю p_i , а знак * обозначает операцию сложения или умножения.

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n),$$

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_n),$$

$$A * B = (r_1, r_2, \dots, r_n),$$

при этом выполняются соотношения:

$$A < P, B < P, A * B < P.$$

Можем утверждать, что r_i сравнимо с $a_i * b_i$ по модулю p_i т. е.

$$r_i = a_i * b_i - \left[\frac{a_i * b_i}{p_i} \right] p_i.$$

Представление отрицательных чисел

Выше описанные операции относились к положительным числам. Рассмотрим теперь правила выполнения отрицания в системе остаточных классов, если **A** и **B** находятся в диапазоне $[0, P]$.

Пусть **A** и **B** представлены остатками соответственно a_i и b_i по основанию p_i где $i = \overline{1, n}$.

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n),$$

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_n),$$

$$A - B = (r_1, r_2, \dots, r_n),$$

где r_i — остаток вычитания $a_i - b_i$ по основанию p_i . Имеют место соотношения:

$$A < P, B < P, 0 \leq A - B < P.$$

Операция вычитания кода ее результат положителен, выполняется вычитанием соответствующих цифр разряда, причем всегда результатом будет наименьший положительный остаток т. е. если разность цифр оказалась отрицательной, то берется ее дополнение к основанию.

Немодульные операции можно представить точно или приближенно, поэтому методы вычисления позиционных характеристик можно разделить на две группы:

- методы точного вычисления позиционных характеристик;
- методы приближенного вычисления позиционных характеристик.

Приближенные методы вычисления позиционных характеристик, которые позволяют существенно сократить аппаратные и временные затраты, обусловленные операциями, выполняемыми над позиционными кодами уменьшенной разрядности. В связи с этим возникает задача ис-

пользования приближенного метода при вычислении определенного ряда немодульных процедур: определения интервалов чисел, знака числа, сравнения чисел, в том случае, когда не требуется знания точного значения, насколько одно число больше или меньше другого.

Суть приближенного метода вычисления позиционных характеристик основан на использовании относительных величин анализируемых чисел к полному диапазону:

$$\frac{A}{P} = \left| \sum_{i=1}^n \frac{|P_i^{-1}|_{p_i}}{p_i} \alpha_i \right|_1 \approx \left| \sum_{i=1}^n k_i \alpha_i \right|_1$$

где **A** — исследуемое число; p_i — модули СОК; $|P_i^{-1}|_{p_i}$ — мультипликативная инверсия P_i относительно p_i ;

$$P_i = \frac{P}{p_i} = p_1 p_2 \dots p_{i-1} p_{i+1} \dots p_n;$$

$$K_i = \frac{|P_i^{-1}|_{p_i}}{p_i} \text{ — константы выбранной системы;}$$

α_i — разряды числа, представленного в СОК, $|*|_1$ — означает дробную часть числа.

Алгоритм приближенного метода перевода числа из СОК в позиционную систему счисления:

Вычисление констант СОК $K_i = \frac{|P_i^{-1}|_{p_i}}{p_i}$ с требуемой точностью.

Вычисление приближенного значения позиционной характеристики $\left| \sum_{i=1}^n k_i \alpha_i \right|_1$ в интервале $[0, 1)$. Конечный

результат определяется после суммирования и отбрасывания целой части числа с сохранением дробной части суммы. Тогда позиционная характеристика определяется в виде относительного значения величины [3].

$$\frac{A}{P} = \left| \sum_{i=1}^n \frac{|P_i^{-1}|_{p_i}}{p_i} \alpha_i \right|_1 \approx \left| \sum_{i=1}^n k_i \alpha_i \right|_1.$$

Разработка метода генерации чисел в СОК

Использование СОК для генерации ПСП может существенно увеличить быстродействие генератора. Рассмотрим этот эффект на примере обратного конгруэнтного метода.

Уравнение (1) показывает, так называемый обратный конгруэнтный генератор (ICG). Значение x^{-1} является мультипликативно обратным к x по модулю M , т $(x^{-1} \cdot x)_m = 1$ при $x \neq 0, x^{-1} = 0$, если $x = 0$; где **a** и **b** постоянные.

$$x = (a_{i-1}^{-1} + b) \bmod M \tag{1}$$

Предложенная схема на основе этого алгоритма и называется обратный конгруэнтный генератор на основе СОК. Идея не решить (1) в СОК, а внедрить эту систему в СОК, что даст, в дополнение к скорости, другую динамику. На рисунок 1 показана соответствующая схема для l каналов, каждый из которых, работает с h_j бит. В каждом канале присутствует небольшой ICG, который посылает и принимает информацию от других каналов.

Выражение (2) используется вместо (1) для получения более хороших статистических свойств. В (2) g_j и m_j примитивный корень и по модулю каждого канала соответственно, $r_{j,i}$ остаток канала j для итерации i .

$$r_{j,i} = (g_j r_{j,i-2} + b_{j,i}) \bmod m_j \tag{2}$$

Для того чтобы получить повышенный уровень случайности, каналы могут взаимодействовать таким образом, что параметр b , в (1) заменяется $b_{j,i}$ в (2), и больше не постоянно. Значения $b_{j,i}$ для канала j и итерации i рассчитывается по формуле:

$$b_{j,i} = \sum_{\substack{k=0 \\ k \neq j}}^{k=l-1} r_{k,i-1}$$

Поскольку в СОК с l модулями и чисел с t битами в диапазоне $2^t < M < 2^{t+1}$ получают, M не является точной степенью 2. Таким образом, для того, чтобы рабо-

тать с t бит, набор модулей l выбирается всегда больше, чем 2^t . Даже тогда, когда число прочитали в десятичной форме, значения «0» и «1» в каждом положении двоичного представления не будет равновероятностным. Давайте посмотрим на следующий пример в таблице 1, где, если $M = 11$, то $t = 4$.

Как вы видите из таблицы 1, в качестве примера, бит в положении b_2 имеет 9 нулей и 4 единиц. Таким образом, значения «0» и «1» не равно — вероятностны в каждом положении, и это не желательная характеристика генератора псевдослучайных чисел. Даже тогда, когда десятичное представление значений может быть столь же вероятно, что это не означает равномерную функцию плотности вероятности двоичных значений. Три различных способа приведенных ниже предложены, чтобы решить эту проблему.

Выбирая t так, что $2^t < M < 2^{t+1}$. Для случая $t = 32$, например, m можем взять равными $m = \{3, 11, 17, 19, 23, 29, 31, 37\}$, что делает $M = 8154657291 > 2^{32} = 4294967296$. Это означает, что требуемый диапазон может быть должным образом представлен. Только те значения, которые меньше, чем 2^{32} будут приняты, остальные отбрасываются. Если сгенерированные последовательности имеют равномерное PDF в диапазоне от 0 до $M - 1$, то соответствующие двоичные последовательности имеют равномерное в диапазоне от 0 до $2^{32} - 1$. В результате сбрасывания процедура не будет генерировать число на каждой итерации.

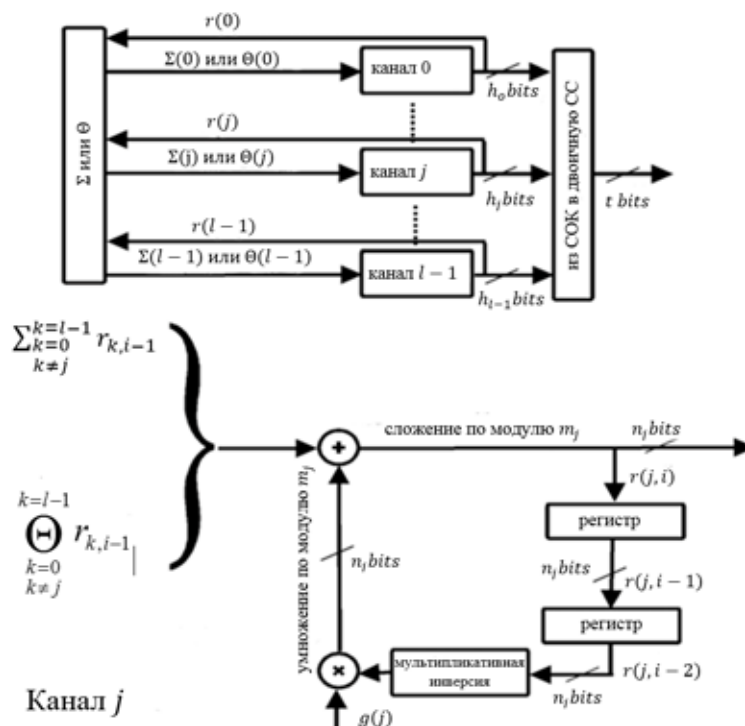


Рис. 1. Главная схема предложенного генератора и схема одного канала

Таблица 1. Пример для $M = 11$ и $t = 4$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
b_3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
b_2	0	0	0	0	1	1	1	1	0
b_1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
b_0	0	1	0	1	0	1	0	1	0

Исследование предложенного метода на статистические свойства

Для исследования статистических свойств используем пакет Diehard [4, 5], является набор из 17 тестов, разработанных с Джорджем Марсалья с 1993 года, и опубликованы в 1995 году. Diehard программное обеспечение в качестве входных файлов может использовать, по крайней мере 11 Мбайт, содержащих последовательность чисел, которые будут проанализированы на ус-

ловия случайности. 229 значения, называемые величины p , каждый из которых должен быть в диапазоне $0,025 < p < 0,975$ для учитывая последовательности, как случайная. Наконец, анализ определения значения P этих 229 значений, которые также должны быть в диапазоне $0,025 < p < 0,975$.

Десять серий аппроксимации 32 битных точек примерно 3 000 000 были получены для каждого ГПСЧ. Результаты приведены в таблице:

Таблица 2. Значения p вычисленные с помощью Diehard для 10 серий

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p	0.759408	0.070830	0.363415	0.732662	0.834524	0.102359	0.836744	0.799920	0.364214	0.194649

Как видно в таблице 2, предлагаемые ГПСЧ показывают хорошие статистические свойства при прохождении теста Diehard.

Заключение

Как показано в статье СОК позволяет повысить производительность генератора псевдослучайных чисел за счет параллельной обработки данных. Для повышения производительности и уменьшения издержек связанных с ре-

ализацией проблемных операций в СОК используется приближенный метод, который позволяет уйти от вычисления дорогостоящей операции нахождения остатка от деления на большой модуль и заменить её операцией взятия младших бит числа. Разработанный генератор псевдослучайных чисел в системе остаточных классов позволяет повысить производительность. А также как показан анализ проведенный с использованием Diehard обладает хорошими статистическими свойствами.

Литература:

1. Червяков, Н. И., Бабенко М. Г., Коляда А. А., Лавриненко А. В. Разработка генератора псевдослучайных чисел на точках эллиптической кривой в нейросетевом модулярном базисе // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2014. № 9. с. 13–18.
2. Червяков, Н. И., Бабенко М. Г., Кучеров Н. Н. Применение корректирующих кодов сок для диагностики работы модулярных процессоров // Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 3. с. 24–39.
3. Червяков, Н. И., Авербух В. М., Бабенко М. Г. Приближенный метод выполнения немодульных операций в системе остаточных классов // Фундаментальные исследования. — 2012. — № 6–1. — с. 189–193.
4. Larrondo, H.A. et al. Intensive statistical complexity measure of pseudorandom number generators //Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. — 2005. — Т. 356. — №. 1. — с. 133–138.
5. Устименко, Т. А. О случайности псевдослучайных последовательностей // Молодой ученый. — 2010. — № 10. — с. 8–11.

Анализ комплексной транспортной системы наземного пассажирского транспорта города-героя Волгограда

Банкулов Константин Александрович, студент;
 Михалева Юлия Сергеевна, студент;
 Сидоркин Денис Олегович, студент
 Волгоградский государственный технический университет

В статье проанализирована существующая сеть автобусных маршрутов комплексная транспортная система наземного пассажирского транспорта города-героя Волгограда. Рассмотрены основные задачи организации ТПУ. Разработаны предложения по оптимизации наземного транспорта (маршрутной сети).

Ключевые слова: комплексная транспортная система, наземный пассажирский транспорт, транспортно-пересадочные узлы, единая транспортная сеть

Развитие пассажирского наземного городского транспорта является актуальной проблемой во многих городах России. От слаженной работы пассажирского транспорта зависит качество жизни населения. Состояние и уровень развития городского пассажирского транспорта определяют возможности развития регионов и муниципального образования.

В разработанной администрацией города Комплексной транспортной схеме Волгограда, главной целью ставится усовершенствование существующих автобусных маршрутов, так и развитие новых автобусных маршрутов города Волгограда. Но практически не учитывается транспортная сеть электрического транспорта, а также развитие скоростного трамвая. Упор делается на автобусы так как идет поступление новых автобусов для города. У трамваев и троллейбусов только можно усовершенствовать ПС, а при создании нового маршрута потребуются дополнительные затраты на линии электропередач, замену трамвайных путей и новую инфраструктуру.

Отсутствует, какая-либо информация по мониторингу пассажиропотоков на общественном транспорте города Волгограда. Из этого следует, что цифры, указанные в данной КТС, не всегда обоснованы.

При установлении в КТС средней скорости движения подвижного состава, интервала движения и времени движения не учитывалось ни состояние дорожного полотна, ни условия безопасности и загруженности улично-дорожной сети в городе Волгограде, в т. ч и по времени суток. В часы пик показания могут быть завышены, а в остальное время показания в основном близки в нормальным, но могут быть и занижены, так как в непиковые часы передвигаются меньшее количество пассажиров, на что также влияет время, затраченное на посадку и высадку пассажиров на остановочных пунктах, также отсутствуют заторы на дорогах, что соответственно может привести к различным отклонениям от расписания.

При анализе данной КТС возникает очень важный вопрос, который более чем актуален, что касается времени работы на маршруте, которое ограничено 23:00, так как в выходные дни пассажиропоток после 23:00 сохраняется.

Что касается семи новых маршрутов, вводимых на 1 этапе внедрения КТС, то они проходят через главные магистрали и охватывают несколько районов города, но в большинстве случаев дублируют уже существующие маршруты электрического городского транспорта (например Жилгородок — ул. Тулака — дублируют троллейбус № 10 и № 15 до первой продольной и вдоль первой продольной дублирует скоростной трамвай СТ-2, при введении всех новых маршрутов на улицы города Волгограда, это может привести к перераспределению пассажиропотока и снизить доход МУП «МЕТРОЭЛЕКТОТРАНС».

Также в данной существующей схеме маршрутов отсутствуют такие маршруты как № 4, № 11, № 10 обслуживающие ПАТП № 7 (например, маршрут № 4 не дублирует ни один из новых маршрутов, присутствует только подводящий маршрут, обслуживаемый маршрутным такси № 84 (Гостиницы Старт — Ж/Д Больница).

Не так давно в проекте бюджета Волгограда на 2017 год заложено 324 млн. рублей субсидий для дочерней компании холдинга «Питеравто» ООО «Волгоградский автобусный парк». что значительно больше субсидий, выделяемых местным перевозчиком.

Компания «Волгоградский автобусный парк» признана победителем конкурса на осуществление перевозок по регулируемым тарифам на территории города Волгограда, т. к. она была единственным лишь участником.

В итоге дочерняя структура «Питеравто» получила право на осуществление перевозок в городе Волгограде по следующим муниципальным маршрутам:

1. «Жилгородок — улица имени Тулака»,
2. «Спартановка (улица имени Грамши) — ТРЦ «Акварель» (по Второй Продольной)»,
3. «Жилгородок — Кардиоцентр»,
4. «Кинотеатр «Юбилейный» — 7-я больница»,
5. «Площадь имени Дзержинского — Аллея Героев»,
6. «Поселок ГЭС — улица Тополевая (по Первой Продольной)»,
7. «Больничный комплекс — улица имени Тулака».

Условия, которые городские власти выдвигают к перевозчиком, соответствуют возможностям «Питеравто»:

1. На длинные опорные маршруты — автобусы большой вместимости;
2. На маршруты среднего километража — автобусы средней вместимости;
3. На короткие поперечные маршруты, которые будут доставлять пассажиров к опорным маршрутам — автобусы малой вместимости;
4. Автобусы не старше 5 лет.

При этом деятельность данной структуры будет составлять прямую конкуренцию муниципальным перевозчикам [5,6].

В данной комплексно транспортной схеме города Волгограда предусмотрено развитие новых ТПУ (транспортно пересадочных узлов).

ТПУ бывают двух основных видов:

- агломерационные узлы обеспечивают территориальное единство агломерации и связанность с системой внешнего транспорта. В узлах данного типа обеспечивается взаимодействие городских видов скоростного транспорта — метрополитеном с региональной системой — железной дорогой;
- муниципальные узлы обеспечивают транспортное обслуживание жителей муниципальных районов, проживающих в зонах транспортной и пешеходной доступности данного вида ТПУ.

Основные задачи организации ТПУ

- объединение вокзала дальнего следования, пригородного вокзала, автовокзала, остановок городского транспорта под одной крышей.
- защита пассажиров от непогоды;
- обеспечение максимального удобства и экономии времени пассажиров при пересадке с одного вида транспорта на другой;
- лифты и эскалаторы для инвалидов и пожилых пассажиров;
- обеспечение современной системы безопасности

— предоставление пассажирам дополнительного сервиса: медпункт, пеленальная, детская игровая комната, аптека, сопутствующие товары, кинотеатр, бесплатный WiFi и т. д.

— обустройство охраняемых парковок индивидуального транспорта.

В новом проекте КТС исчезли фактические сложившиеся ТПУ, как «Землячки-Жукова» и «Каченский рынок».

Что касается ТПУ в Советском и Кировском районе, там находятся 4 ТПУ, которые идут один за одним, можно сделать ТПУ «Акварель».

ТПУ «Акварель» находится рядом с торговым центром и в будущем там будет конечная станция скоростного трамвая 3-ей очереди и разворотное кольцо наземного трамвая идущего с района Тулака.

Наши предложения:

Необходимо создать маршруты, проходящие от спальных районов до точек наибольшего притяжения людей, то есть Торгово-Развлекательные Центры, Городские площади, Офисные здания и т. п.

В частности, в городе-герое Волгограде необходима Централизованная служба управления перевозками, которая будет включать Центр управления пассажирскими перевозками и самим транспортом, также строительство ТПУ (транспортно-пересадочных узлов), введение единого билета (карты), а также оптимизацию всей маршрутной сети. Убрать с городских дорог Газели, которые обслуживают почти все маршруты города. Необходимо создать около 15 маршрутов большой протяженности, которые будут охватывать сразу несколько районов города, и проходить через главные магистрали. Создать подводящие маршруты из отдаленных районов к маршрутам большой протяженности. Заменить подвижной состав на автобусы большой, средней и малой вместимости. Автобусы средней и малой вместимости пустить на небольшие маршруты и на маршруты где маленький пассажиропоток.

Литература:

1. Вельможин, А. В. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта / А. В. Вельможин. [и др.]. — Волгоград: ВолгГТУ, 2002. — 256 с.
2. Гудков, В. А. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев; под ред. В. А. Гудкова — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 448 с.
3. В Волгограде закроют 86 транспортных маршрутов [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.volgograd.kp.ru/daily/26606/3623846/>
4. Комплексная транспортная схема [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://vgorodemira.ru/wp-content/uploads/2016/06/kts.pdf>
5. Мэрия Волгограда потратит на «Питеравто» в десять раз больше, чем на ВПАТП7 [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://v1.ru/text/newsline/243145539534848.html>
6. «Питеравто» планирует заменить маршрутки автобусами б/у в Волгограде [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://bloknot-volgograd.ru/news/istochnik-piteravto-planiruet-zamenit-marshrutki-a-749938>
7. Распоряжение от 26 сентября 2016 г. № 99-р «Об отмене муниципальных маршрутов регулярных перевозок».
8. Федеральный закон Российской Федерации от 13 июля 2015 г. № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Определение основных точек негативного воздействия акустического излучения в условиях жилой застройки промышленного района г. Самара

Бухонов Дмитрий Олегович, аспирант;
Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор
Самарский государственный технический университет

Великий французский ученый Луи Пастер образно назвал шум чумой XX века. Но эта проблема, которой человечество вынуждено заниматься и в XXI веке. Почти каждый житель города непрерывно или периодически испытывает различные вредные акустические воздействия, которые не просто вызывают дискомфорт, но и приводят к серьезным заболеваниям. Психические расстройства, сердечно — сосудистые заболевания, ухудшение слуха, ослабление памяти — это далеко неполный перечень действия акустического загрязнения. В результате длительного воздействия шума возникает заболевание, которое медики назвали «шумовая болезнь», признаки которой можно обнаружить у большинства жителей городов. Повышенный шум по степени и масштабам воздействия стоит в ряду с такими опасностями человечества, как СПИД, кислотные дожди, нарушение озонового слоя, загрязнение воды и др. Опасность грозного акустического воздействия велика, недаром Луи Пастер сказал, что человечество когда-нибудь будет вынуждено расправиться с шумом также решительно, как оно расправилось с чумой.

Город Самара характеризуется высокими уровнями шума, неблагоприятно воздействующего на жителей, причем городской шум имеет тенденцию к росту. Уровень шума в городах возрастает ежегодно в среднем на 0,5–1,0 дБА в год, а основным источником шума является автомобильный транспорт.

Самара является типичным индустриальным городом, для которого характерно наличие, как ряда крупных промышленных предприятий, так и значительного автотранспортного парка, оказывающих значительное акустическое воздействие на прилегающую селитебную территорию. При этом наибольшие проблемы создает низкочастотное акустическое воздействие. Проблема усугубляется тем, что ряд предприятий и автотранспортных магистралей вплотную примыкает к селитебной зоне, в результате чего значительная часть населения города подвергается воздействию значительного уровня шума. Специфическая особенность города — наличие значительного автотранспортного парка, существенную часть которого составляют легковые автомобили. Это обуславливает интенсивные транспортные потоки на улицах города, генерирующие значительное шумовое воздействие.

Для объективной оценки акустической ситуации необходимо составлять карты шума городов. Карта шума города позволяет на основании приборных замеров уровней шума на транспортных магистралях и изучения характе-

ристик транспортных потоков получить объективную информацию, определить наиболее проблемные территории жилой застройки, разработать эффективные пути снижения уровней шума и защиты от него населения.

В 2016 г. аспирантом Самарского государственного технического университета, кафедры промышленная экология и химическая технология, совместно со специализированной лабораторией были проведены исследования влияния внешних источников шума на селитебную территорию города. Были проведены измерения шумовых характеристик в шумоопасных точках согласно требованиям ГОСТ 23337–78*. Было обследовано более ста точек, причем для оценки эквивалентных уровней звука в каждой из этих точек согласно требованиям ГОСТ было проведено 360 отсчетов уровней звука. Особое внимание уделялось селитебной территории г. Самары, примыкающей к шумоопасным зонам вблизи транспортных магистралей. Были проведены измерения, как в дневное, так и в ночное время. Также была составлена карта превышений ПДУ промышленного района г. Самары.

Анализ результатов измерений позволил выявить наиболее значительные превышения предельно-допустимых уровней шума. Результаты анализа представлены в таблицах 1–2.

В дневное время в точке 1 по Московскому Шоссе, величина превышения норматива по максимальному уровню звука составляет 5 дБА, превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляет 5 дБА. В точке 2, по Ул. Ново-садовая, величина превышения норматива по максимальному уровню звука составляет 3 дБА, превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляет 6 дБА. В точке 3 по Проспекту Кирова, величина превышения норматива по максимальному уровню звука составляет 5 дБА, превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляет 4 дБА. В точке 4 по Московскому шоссе, величина превышения норматива по максимальному уровню звука составляет 7 дБА, превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляет 7 дБА. В точке 5 по ул. Стара-Загора, величина превышения норматива по максимальному уровню звука составляет 7 дБА, превышения норматива по эквивалентному уровню звука составляет 7 дБА.

Выводы:

1. На основании проведенных исследований можно прогнозировать дальнейшее ухудшение акустической ситуации на магистралях города и как следствие увеличение шумовой нагрузки на население.



● — Значения шумовых характеристик превышающих ПДУ

Рис. 1. Карта превышений ПДУ

Таблица 1. Соответствие результатов измерения и расчета шума селитебной территории нормативным требованиям по С. Н 2.2.4/2.1.8.562–96 (Промышленный район)

№	№ Точек измерения	Измеренные эквивалентные уровни звука $L_{Аэ\text{кв}}$ дБА	Нормативные значения эквивалентных уровней звука $L_{Аэ\text{кв}}$ дБА	Заключение о соответствии нормативам
1	Московское шоссе	69	65	Не соответствует
2	Ул. Ново-садовая	71	65	Не соответствует
3	Проспект Кирова	69	65	Не соответствует
4	Московское шоссе	72	65	Не соответствует
5	Ул. Стара-Загора	70	65	Не соответствует

Таблица 2. Соответствие результатов измерения и расчета шума селитебной территории нормативным требованиям по С. Н 2.2.4/2.1.8.562–96 (Промышленный район)

№	№ Точек измерения	Измеренные максимальные уровни звука $L_{А\text{макс}}$ дБА	Нормативные значения максимальных уровней звука $L_{А\text{макс}}$ дБА	Заключение о соответствии нормативам
1	Московское шоссе	85	80	Не соответствует
2	Ул. Ново-садовая	83	80	Не соответствует
3	Проспект Кирова	85	80	Не соответствует
4	Московское шоссе	87	80	Не соответствует
5	Ул. Стара-Загора	83	80	Не соответствует

2. Улица Ново садовая и Московское Шоссе являются основными транспортными магистралями города, где движение транспорта наиболее интенсивно. Между тем, требования по величине санитарно-защитных зон между магистралью и жилыми домами во многих случаях (в том числе и для данной точки) не выдерживаются, в результате чего некоторые жилые дома недопустимо близко примыкают к магистрали. Было рекомендовано использование шумогасящих дорожных покрытий.

3. Рекомендовано также улучшить звукоизолирующие качества окон жилых домов, выходящих на ул. Ново садовую и Московское Шоссе.

4. В дальнейшем будет разработан комплекс мероприятий по защите населения г. Самара от повышенных шумовых воздействий, включающих архитектурно-планировочные методы, акустические средства, организационно — технические методы, мониторинг шумовых воздействий.

Литература:

1. СНиП II-12–77. Защита от шума/Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1978. — 74 с.
2. Пособие к МГСН 2.04–97 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий, М: Москомархитектура, 1998. — 50 с.
3. Защита от шума в градостроительстве // Справочник проектировщика, Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин и др.; Под ред. Г.Л. Осипова. — М. Стройиздат, 1993. — 94 с.
4. Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов / М. Минтранс, 1995.
5. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, Минздрав России, Москва, 1997. — 8 с.
6. Орлов, О.Г. Оценка акустической ситуации в Самаре и её динамика в период 1974, 1995, 2005гг: материалы Всероссийской научно-технической конференции / О.Г. Орлов. — Самара, 200

Снижение транспортных затрат за счет использования оптимальной технологической схемы перевозки сухих строительных смесей

Быченков Александр Владимирович, магистрант;
Малюков Василий Александрович, магистрант;
Куликов Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент
Волгоградский государственный технический университет

Статья посвящена исследованию способов совершенствования организации перевозки сухих строительных смесей. Представлена характеристика современного рынка ССС в России. Выбран подвижной состав, обеспечивающий минимальные суммарные затраты на перевозку заданного объема груза. Разработаны технологические схемы перевозки. Определена оптимальная технологическая схема, которая обеспечивает организацию перевозок с минимальными транспортными затратами.

В последние годы на нашем строительном рынке появилось много новых строительных материалов: полимерные пасты, герметики, грунтовки, пены. Разработки сухих строительных смесей ведутся с целью увеличения прочности соединения материалов и простоты их использования. Сухие смеси представляют собой смесь вяжущих, заполнителей (наполнителей) и различных добавок. В настоящее время сухие строительные смеси производятся в заводских условиях. Они уже содержат все необходимые компоненты в правильных пропорциях.

В середине прошлого десятилетия темпы прироста выпуска сухих строительных смесей достигали 50%. Их су-

щественным сокращением отмечился 2008 г. (рис. 1), первый и (пока) последний раз в отрицательной области темп прироста выпуска сухих строительных смесей оказался в 2009 г. Посткризисное восстановление произошло очень быстро — уже в 2010 г. производство смесей прибавило 17% и превысило уровень 2008 г. Высокие темпы прироста сохранялись и в 2011–2012 гг.

В 2013 г., на фоне стагнации экономики России, рост выпуска смесей существенно замедлился — ни в один из кварталов темп прироста не превышал 9%. По итогам 2014 г. производство модифицированных ССС выросло на 8% против 18% годом ранее и достигло 8,8 млн. т [6].

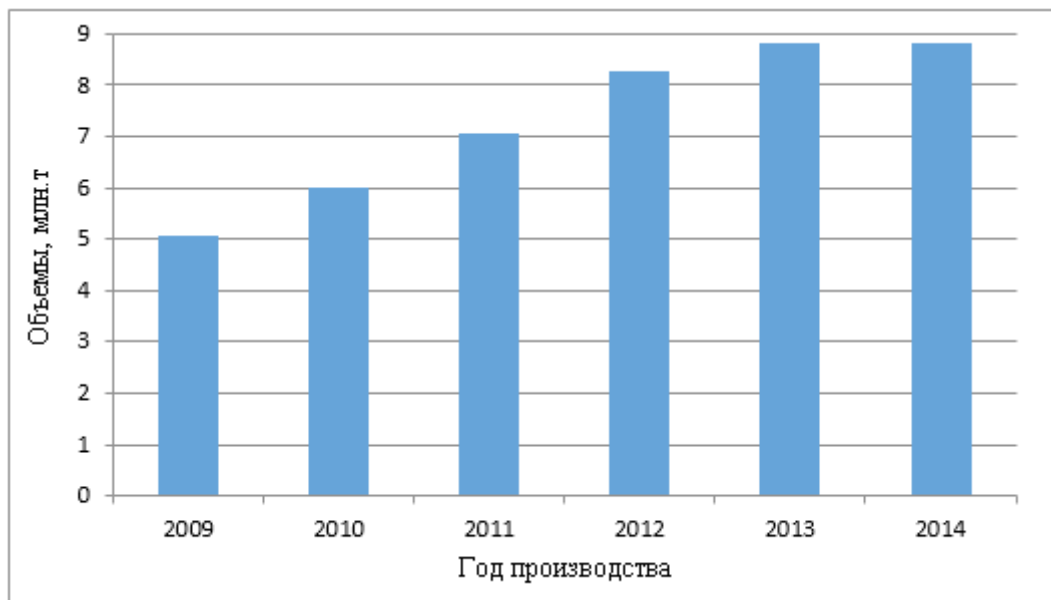


Рис. 1. Производство модифицированных сухих строительных смесей в России

Технология приготовления сухих смесей заключается в подготовке материалов, их дозировании, принудительном перемешивании и расфасовке. Сухие смеси следует хранить в упакованном виде, избегая увлажнения и обеспечивая сохранность упаковки, в крытых сухих

складских помещениях с относительной влажностью воздуха не более 60%. Гарантийный срок хранения упакованных смесей при хранении в соответствии 6 мес. со дня изготовления. Срок хранения смесей, транспортируемых в силосах — 3 мес. со дня изготовления. При выпол-

нении работ по погрузке и выгрузке необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные ГОСТ 12.3.009–76 и СНиП III-4–2000. Удельный погрузочный объем сухих строительных смесей колеблется — 0,65–0,90 м³/т.

Сухие строительные смеси можно перевозить любыми видами транспортных средств, автомобильным, железнодорожным и водным. Использование авиaperезовок сухих строительных смесей считается не рентабельным в финан-

совом смысле и выполняется крайне редко. Для каждого вида перевозки сухих строительных смесей характерны свои особенности, которые учитываются при выборе вида транспортного средства. В работе рассмотрена организация перевозки сухих строительных смесей автомобильным транспортом.

На рис. 2 представлена самая распространенная тара и упаковка ССС. Использование бумажных мешков составляет более 70 % указанных способов.

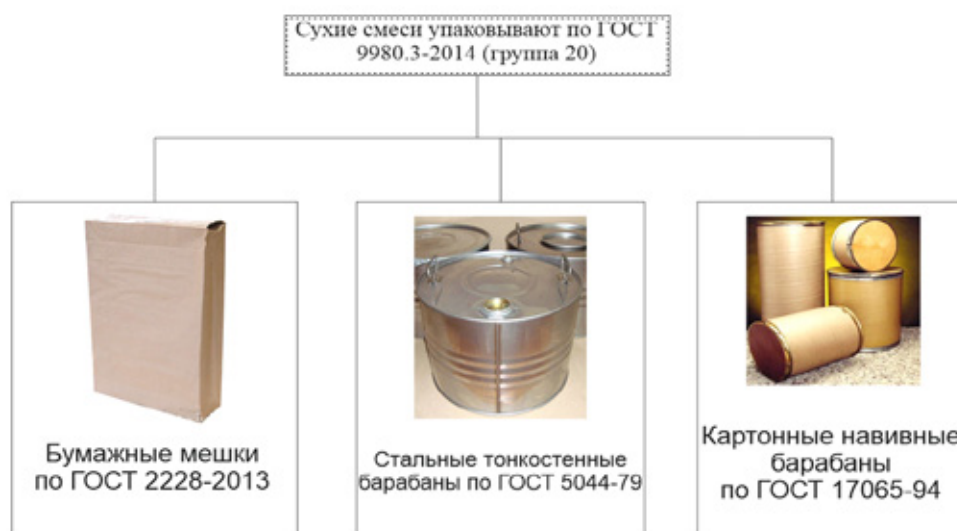


Рис. 2. Тара и упаковка сухих строительных смесей

Помимо бумажных мешков для перевозки сухих строительных смесей также используются «Биг-Беги», или мягкие контейнеры (рис. 3). В 1950–1970 гг. для производства мягких контейнеров стали использовать синтети-

ческие полиамидные и полиэфирные волокна и полипропилен. Это стало настоящим технологическим прорывом в организации перевозок.



Рис. 3. Мягкий полимерный контейнер типа «Биг-Бег»

При выборе типа подвижного состава необходимо руководствоваться тем, чтобы подвижной состав автомобильного транспорта в наибольшей степени соответствовал: природно-климатическим условиям; характеру и структуре грузопотока; объемному весу и партионности груза; дорожным условиям; обеспечению максимальной скорости и безопасности движения; обеспечению минимальных затрат, связанных с перевозкой [1].

Для перевозки данного вида груза были предложены следующие автотранспортные средства (рис. 4): силосостановщик на базе Scania P400 ($q_{гр} = 20$ т); кран-манипулятор на базе Scania P400 (грузовая единица —

«Биг-Бег»; $q_{гр} = 15$ т); фургон Volvo FL D7F290 (грузовая единица — паллет; $q_{гр} = 15$ т). Для организации перевозок первыми двумя автомобилями не требуется дополнительного использования погрузо-разгрузочного механизма, а для фургона необходимо совместное использование электропогрузчика RX-15 в пункте погрузки и автопогрузчика HELI CPCD15 на строительных объектах.

В работе выполнена маршрутизация перевозки сухой строительной смеси на строительные объекты г. Волгограда. Были предложены один кольцевой маршрут и пять маятниковых (табл. 1). Потребность каждого строитель-



Силоустановщик на базе Scania P400

Кран-манипулятор на базе Scania P400

Фургон Volvo FL D7F290

Рис. 4. Автотранспортные средства для перевозки ССС

ного объекта составляет 60 т в сутки (общая суточная потребность 300 т).

Транспортные затраты являются важной составляющей, формирующей стоимость строительства. Одним из методов снижения транспортных затрат является совершенствование технологии перевозки. Разработка технологической схемы перевозки строительных грузов обеспечивает минимизацию производственных потерь [4].

Эффективная транспортно-технологическая схема выбирается на основе технико-экономического анализа всех возможных альтернативных вариантов. В качестве критерия оптимизации принимается сумма приведенных затрат [2, 3].

Если сопоставимых вариантов транспортно-технологических схем несколько с приблизительно равными приведенными затратами, то предпочтение отдается варианту, который обеспечивает сокращение времени доставки; возможность применения средств автоматизирован-

ного управления процессом транспортирования; гибкость транспортного процесса; более высокий уровень механизации и автоматизации погрузо-разгрузочных и складских работ [5].

На рис. 5 представлены разработанные технологические схемы перевозки сухих строительных смесей. Описание технологических схем приведено в табл. 2. Необходимо отметить, что из представленных трех вариантов схем минимальные затраты обеспечивает технологическая схема № 1.

Распространенным вариантом организации перевозок в жилищном строительстве является схема с использованием автомобиля фургона. Но согласно исследованию, проведенном в настоящей работе, и последним тенденциям развития грузоперевозок, для перевозки заданного объема сухой строительной смеси рациональнее использовать силоустановщик Scania P400, так как время транспортного цикла по сравнению с другими вариантами

Таблица 1. Характеристика маршрутов перевозки сухих строительных смесей

Схема дорожной сети	Маршруты перевозки	Организация работы ПС на маршруте
	1. A-6-5-3-4-10-A $\beta_e = 0,72; l_{06} = 51,1$ км	Перевозку предпочтительнее осуществлять фургоном или краном-манипулятором — количество ездов 20. Рациональнее использовать силоустановщик для перевозки сухих строительных смесей на каждый пункт маршрута — общее количество ездов на все пункты 15. При использовании фургона или КМУ — количество ездов составило бы 20.
	2. A-5-A $\beta_e = 0,5; l_{06} = 36$ км	
	3. A-3-A $\beta_e = 0,5; l_{06} = 40,6$ км	
	4. A-6-A $\beta_e = 0,5; l_{06} = 30$ км	
	5. A-4-A $\beta_e = 0,5; l_{06} = 34$ км	
	6. A-10-A $\beta_e = 0,5; l_{06} = 36,4$ км	

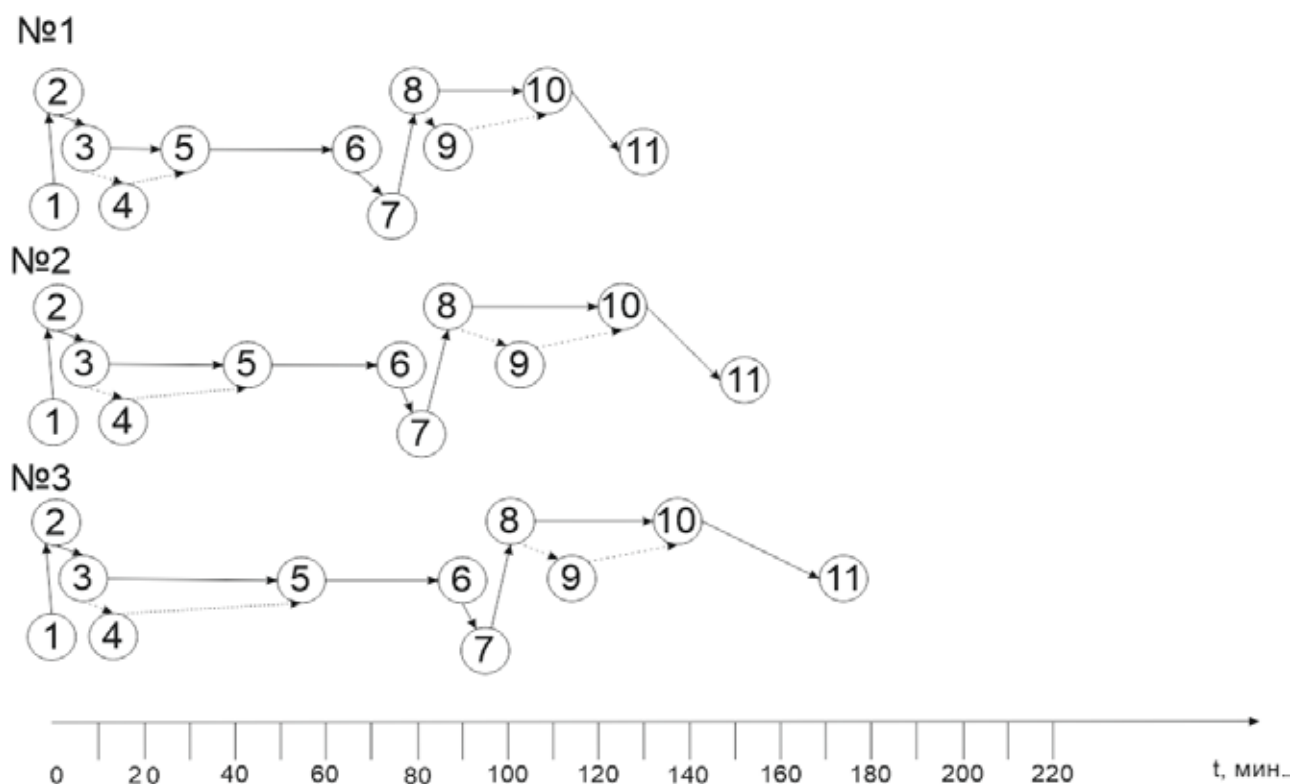


Рис. 5. Технологические схемы перевозок сухих строительных смесей

Таблица 2. Описание технологических схем перевозки сухой строительной смеси

№ события	Наименование работ	Продолжительность операции, мин.			Стоимость выполнения операции, руб.		
		Технологическая схема № 1 (силосоустановщик)	Технологическая схема № 2 (кран-манипулятор)	Технологическая схема № 3 (фургон)	Технологическая схема № 1 (силосоустановщик)	Технологическая схема № 2 (кран-манипулятор)	Технологическая схема № 3 (фургон)
1-2	Ожидание погрузки	1	1	1	55	41	25
2-3	Маневрирование авто	2	2	2	110	82	50
3-4	Оформление документов	10	10	10	-	-	-
3-5	Погрузка	25	38	53	1375	1583	1825
5-6	Транспортирование	35	39	39	1925	1625	975
6-7	Ожидание разгрузки	1	1	1	55	41	25
7-8	Маневрирование авто	2	2	2	110	82	50
8-9	Оформление документов	10	10	10	-	-	-
8-10	Разгрузка	25	38	45	1375	1583	1925
10-11	Подача ПС	35	39	39	1925	1625	975
Итого		126	160	182	6930	6662	5850
Себестоимость перевозки руб./т					346,5	445	390

сокращается на 56 мин. и экономический эффект от перевозки заданного объема груза составит 13050 руб.

При проведении строительных и ремонтных работ в стесненных городских условиях целесообразно использование крано-манипуляторной установки [3]. Проведенное исследование технологии перевозок сухих строительных смесей с применением КМУ на бортовом автомобиле, вы-

явило, что транспортное время увеличивается на 34 мин., стоимость перевозки заданного объема груза (300 т) возрастает на 29290 руб., в сравнение с использованием силосоустановщика. Применение КМУ обеспечивает быструю погрузку-разгрузку и высокую технологичность, а также снижение затрат в целом при обслуживании объектов жилищного строительства.

Литература:

1. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. — Москва: Горячая линия — Телеком, 2006. — 560 с.
2. Куликов, А. В. Планирование грузовых перевозок в жилищном строительстве / Куликов А. В., Фирсова С. Ю. // Сборник научных трудов SWorld. Современные направления теоретических и прикладных исследований» 2012: междунар. науч.-практ. конф., 20–31 марта 2012 г. Т. 2. Транспорт. Туризм и рекреация. География / Одес. нац. морской ун-т [и др.]. — Одесса, 2012. — с. 26–31.
3. Куликов, А. В. Применение рациональных технологических схем перевозки строительных грузов как одно из направлений снижения стоимости объектов жилищного строительства / Куликов А. В., Фирсова С. Ю. // Актуальные проблемы стратегии развития Волгограда: сб. ст. / Администрация г. Волгограда, МУП «Городские вести». — Волгоград, 2012. — С. 32–34.
4. Куликов, А. В. Снижение транспортных затрат за счёт применения эффективной технологической схемы перевозки строительных грузов / Куликов А. В., Фирсова С. Ю. // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2013. — № 10 (113). — С. 72–75.
5. Совершенствование технологии перевозки грузов при строительстве жилых объектов / В. А. Гудков, А. В. Вельможин, А. В. Куликов, С. Ю. Фирсова // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: матер. VI междунар. науч.-техн. конф. (Пенза, 18–20 мая 2010 г.). В 2 ч. Ч. 1 / ГОУ ВПО «Пенз. гос. ун-т архитектуры и строительства», Автомоб.-дорожный ин-т. — Пенза, 2010. — С. 218–222.
6. СтройПрофи. Рынок сухих строительных смесей России. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://stroy-profi.info/archive/11583> (дата обращения: 15.10.2016).
7. Товароведческая характеристика ассортимента сухих строительных смесей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://refy.ru/49/183557-2-tovarovedcheskaya-harakteristika-assortimenta-suhih-stroitelnyh-smesey.html> (дата обращения: 16.10.2016).
8. Фирсова, С. Ю. К вопросу вероятностного исследования этапов перевозочного процесса строительных грузов / Фирсова С. Ю., Куликов А. В. // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2013. — № 11 (103). — С. 56–60.
9. Фирсова, С. Ю. Снижение транспортных затрат за счёт выбора оптимального типа поддона при перевозке строительных грузов / Фирсова С. Ю., Куликов А. В. // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2013. — № 10 (113). — С. 86–88.

Зависимость толщины теплоизоляционного слоя в многослойных ограждающих конструкциях от теплопроводности материала

Вороньева Алена Викторовна, магистрант
Оренбургский государственный университет

Вопросы эффективного энерго- и теплопотребления и энергосбережения играют значимую роль в современном строительстве. Одним из наиболее продуктивных способов энергосбережения зданий является применение теплоэффективных многослойных ограждающих конструкций, что дает возможность создать комфортный микроклимат здания. Правильно подобранная конструкция наружной стены, учитывающая тепловой, влажностный и воздушный режим ограждения, позволит избежать такие негативные процессы как: образование конденсата в толще на поверхности ограждения, понижение температуры внутреннего воздуха (из-за того, что фактические тепловые потери превышают расчетные значения), образование плесени на стенах, слишком большие расходы на отопление из-за значительных тепловых потерь через ограждающие конструкции и т. п.

Тепловые потери можно снизить до необходимого минимума лишь в том случае, если увеличить сопротивление теплопередаче наружных стен. Поэтому для достижения поставленной цели мы должны либо значительно увеличить толщину ограждений (что экономически нецелесообразно), либо применять эффективные теплоизоляционные материалы.

Какой утеплитель использовать и какой толщины, зависит от следующего:

1. климатический регион для участка строительства;
2. средняя температура наружного воздуха в отопительный сезон;
3. продолжительность отопительного сезона;
4. градусо-сутки отопительного периода;
5. норма термического сопротивления;
6. основной материал стен;
7. материал изготовления.

Чтобы оценить зависимость толщины теплоизоляционного слоя в многослойных ограждающих конструкциях от теплопроводности материала проведем расчет толщины утеплителя наружной ограждающей конструкции жилого дома для г. Оренбурга.

Исходные данные

1. Климатологические данные района строительства:

1) Расчетные температуры воздуха [1]:

— Температура наиболее холодной пятидневки: $t_n = -32$ [°C]

— В отапливаемых помещениях: $t_{вн} = +20$ [°C]

— Средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{ср} = -6,1$ [°C]

— Поправочный коэффициент (при -32 °C) — 0,98

3) Отопительный период:

— Продолжительность: 195 суток [1]

— Средняя температура отопительного периода: $t = -6,1$ [°C] [1]

2. В качестве расчетной конструкции наружной стены примем ограждение из керамического кирпича с количеством слоев, указанных на рис. 1. Для сравнительного анализа расчета возьмем три вида теплоизоляционного материала:

— Минеральная на синтетическом связующем;

— Пенополистирол экструдированный;

— Ячеистое стекло.

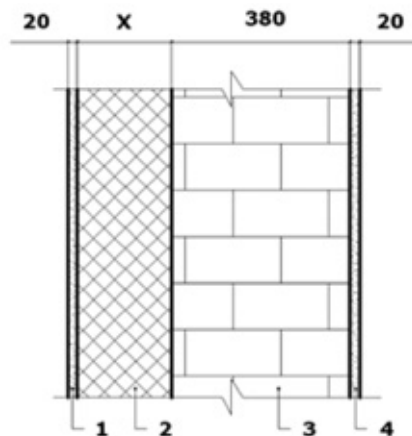


Рис 1. Эскиз конструкции ограждения: 1 — штукатурка, 2 — утеплитель, 3 — кирпичная кладка, 4 — штукатурка

Для начала найдем требуемое сопротивление теплопередаче. Для нахождения этого параметра используем СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции по энергосберегающим требованиям $R_{0тр}$, ($m^2 \cdot °C$)/Вт определяется:

$$R_{0тр} = f(GCOP), \tag{1}$$

где GCOP — градусо-сутки отопительного периода определяются по формуле:

$$GCOP = (t_e - t_{on}) \cdot z_{on}, \tag{2}$$

$t_{оп}$ — средняя температура периода со среднесуточной температурой наружного воздуха ≤ 8 [°C] (отопительного периода);

$z_{оп}$ — продолжительность отопительного периода, суток со среднесуточной температурой наружного воздуха ≤ 8 [°C];

Таблица 1. Зависимость $R_{отр} = f(\text{ГСОП})$ [2]

Наименование ограждения	Жилые здания	Общественные здания	Производственные здания
Стены	$1,4+0,00035 \cdot \text{ГСОП}$	$1,2+0,0003 \cdot \text{ГСОП}$	$1,0+0,0002 \cdot \text{ГСОП}$

$$\text{ГСОП} = (20 - (-6,1)) \cdot 195 = 5089,5$$

По формуле 1 и таблице 1 получаем:

$$R_{стены}^{mp} = 1,4 + 0,00035 \cdot 5089,5 = 3,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Следующим этапом необходимо найти фактические термические сопротивления ограждающих конструкций.

Фактическое сопротивление теплопередаче R_{ϕ} ограждающих конструкций должно быть не менее требуемого сопротивления теплопередаче, определённого исходя из санитарно-гигиенических условий и условий энергосбережения: $R_{\phi} \geq R_{тр}$.

Общее (фактическое) сопротивление теплопередаче равно сумме граничных сопротивлений теплоперехода и термических сопротивлений отдельных слоёв:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_{\kappa} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (3)$$

Термические сопротивления $R_{\text{в}}$ и $R_{\text{н}}$ (граничные сопротивления теплоперехода) на внутренней $\alpha_{\text{в}}$ и наружной $\alpha_{\text{н}}$ поверхности равны соответственно:

$$R_{\text{в}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}}; \quad R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}; \quad (4)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ — величина удельной теплоотдачи (восприятия) на внутренних поверхностях наружных стен, равная $8,7$ [$\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$];

$\alpha_{\text{н}}$ — величина удельной теплоотдачи (восприятия) на наружных поверхностях наружных стен, равная 23 [$\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$].

Термическое сопротивление многослойной ограждающей конструкции R_{κ} находится, как сумма термических сопротивлений слоёв R_i и воздушной прослойки:

$$R_{\kappa} = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{\text{в.п.}}, \quad (5)$$

Термическое сопротивление i -го слоя ограждения зависит от коэффициента теплопроводности и толщины материала

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (6)$$

где δ_i — толщина слоя;

λ_i — удельная теплопроводность материала.

В случае многослойной конструкции, толщина теплоизоляционного слоя (утеплителя) определяется по формуле, м:

$$\delta_{\text{ут}} = \lambda_{\text{ут}} \left[R_{\text{нр}} - \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \right], \quad (7)$$

где $\sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ — сумма термических сопротивлений слоёв.

Расчет фактического сопротивления 1-го варианта стены:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{x_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_{кк}}{\lambda_{кк}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_n} \geq R_{стены}^{тр}$$

$$x_{ут} = \lambda_{ут} \cdot \left[R_{стены}^{тр} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{кк}}{\lambda_{кк}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]$$

Материалы:

1. Штукатурка (цементно-песчаный раствор) $\gamma_0 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\lambda_0 = 0,76 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$
2. Кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе: $\gamma_0 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\lambda_0 = 0,7 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$;
3. Утеплитель — минеральная вата на синтетическом связующем (ГОСТ 9573, ГОСТ 10140, ГОСТ 22950): $\gamma_0 = 250 \text{ кг} / \text{м}^3$,

$$\lambda_0 = 0,082 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C} \cdot x_{ут} = 0,082 \cdot \left[3,18 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right] \approx 0,2 \text{ м}$$

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,2}{0,082} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,19 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} > R_{стены}^{тр} = 3,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Фактическое сопротивление R_{ϕ} теплопередаче ограждающей конструкции больше требуемого сопротивления, что удовлетворяет условию: $R_{\phi} \geq R_{пр}$

Расчет фактического сопротивления 2-го варианта стены:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{x_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_{кк}}{\lambda_{кк}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_n} \geq R_{стены}^{тр}$$

$$x_{ут} = \lambda_{ут} \cdot \left[R_{стены}^{тр} - \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{\delta_{кк}}{\lambda_{кк}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]$$

Материалы:

1. Штукатурка (цементно-песчаный раствор) $\gamma_0 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\lambda_0 = 0,76 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$
2. Кирпичная кладка из глиняного обыкновенного кирпича на цементно-песчаном растворе: $\gamma_0 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\lambda_0 = 0,7 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$;
3. Утеплитель — пенополистирол экструдированный $\gamma_0 = 32 \text{ кг} / \text{м}^3$,

$$\lambda_0 = 0,032 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C} \cdot x_{ут} = 0,0032 \cdot \left[3,18 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,078 \approx 0,1 \text{ м}$$

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,1}{0,032} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,88 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} > R_{стены}^{тр} = 3,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Фактическое сопротивление R_{ϕ} теплопередаче ограждающей конструкции больше приведенного сопротивления, что удовлетворяет условию: $R_{\phi} \geq R_{пр}$

Расчет фактического сопротивления 3-го варианта стены:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{x_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_{кк}}{\lambda_{кк}} + \frac{\delta_{шт}}{\lambda_{шт}} + \frac{1}{\alpha_n} \geq R_{стены}^{тр}$$

$$x_{ум} = \lambda_{ум} \cdot \left[R_{стены}^{тр} - \left(\frac{1}{\alpha_v} + \frac{\delta_{ум}}{\lambda_{ум}} + \frac{\delta_{кк}}{\lambda_{кк}} + \frac{\delta_{ум}}{\lambda_{ум}} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right]$$

Материалы:

1. Штукатурка (цементно-песчаный раствор) $\gamma_0 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\lambda_0 = 0,76 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$
2. Кирпичная кладка из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе: $\gamma_0 = 1800 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\lambda_0 = 0,7 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$;
3. Утеплитель — ячеистое стекло: $\gamma_0 = 200 \text{ кг} / \text{м}^3$, $\lambda_0 = 0,07 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{°C}$

$$x_{ум} = 0,07 \cdot \left[3,18 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} \right) \right] = 0,17 \text{ м}$$

$$R_{\phi} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{0,17}{0,07} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} = R_{стены}^{тр} = 3,18 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Фактическое сопротивление R_{ϕ} теплопередаче ограждающей конструкции больше приведенного сопротивления, что удовлетворяет условию: $R_{\phi} \geq R_{пр}$

По результатам поведенных расчетов можно оценить зависимость толщины утеплителя от коэффициента теплопроводности материала, а именно чем ниже коэффициент, тем меньше толщина слоя утеплителя. Следует отметить, что по расчетным данным для г. Оренбурга, несмотря на соответствие всех утеплителей требованиям $R_{\phi} \geq R_{пр}$, наиболее предпочтительно применение пенополистирола экструдированного, в качестве теплоизоляции в многослойной ограждающей конструкции. Этот материал обладает более низким коэффициентом теплопроводности, а следовательно, конструкция стены будет тоньше, при этом сохраняя теплоэффективность, что дает этому утеплителю преимущество.

Литература:

1. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23–01–99* (с Изменением N 2)
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003
3. Лихненко, Е. В. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций гражданских зданий: Методические указания. — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003—26 с.
4. Мансуров, Р. Ш. Теплотехнический расчет наружных ограждений: метод. указания / Р. Ш. Мансуров. — Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. — 33 с.
5. <http://refeteka.ru/g-167965.html>

Пути развития парковочного пространства в центральной части города Волгограда

Ганзин Сергей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент;

Сидоркин Денис Олегович, студент;

Банкулов Константин Александрович, студент

Волгоградский государственный технический университет

Уровень автомобилизации населения Волгоградской области за период с 2010 по 2015 год увеличился с 201 до 335 автомобилей на 1000 жителей. Такой прирост вызвал увеличение интенсивности движения и резкую нехватку достаточного количества парковочных зон. Количество жителей города, использующих личные автомобили для деловых и рабочих поездок выросло

в связи с плохим качеством работы общественного транспорта. В центральной части города, где расположены как объекты массового притяжения, так и места проживания владельцев ТС, из-за большого количества припаркованных автомобилей, зачастую с нарушением правил дорожного движения, возникают заторы и снижается БДД.

Современная нормативная литература не регламентирует наличие парковочных мест в зонах деловых и торгово-развлекательных центрах. Однако, существуют региональные документы для организации парковочного пространства, например, в Москве — МГСН 1.01–99 «Нормы и правила проектирования планировки и застройки г. Москвы». В документах федерального уровня содержатся только суммарные пропорции по размещению стоянок на городских площадях.

Согласно п. 11.19 [1] следует предусматривать гаражи и открытые стоянки для постоянного хранения не менее 90% от расчетного числа индивидуальных легковых автомобилей при пешеходной доступности не более 800 м, а в районах реконструкции или некоторых других — не более 1500 м.

Открытые стоянки для временного (4...8 часов) хранения легковых ТС следует предусматривать исходя из не менее, чем 70% расчетного парка индивидуальных легковых автомобилей, в том числе:

- жилые районы — 25%;
 - промышленные и коммунально-складские зоны (районы) — 25%;
 - общегородские и специализированные центры — 5%;
 - зоны массового кратковременного отдыха — 15%.
- Центральная часть города притягательна для автотран-

спорта как в рабочие, так и в выходные дни. Разница заключается лишь в целях поездок:

- в рабочие дни преобладают поездки на работу с парковкой у офисных зданий;
- в выходные — поездки по магазинам и для посещения мест отдыха.

Деятельность по обустройству парковочного пространства требует комплексного решения. В настоящее время выделенные под парковки территории зачастую не оборудованы надлежащим образом. Уличные парковки с частичным или полным заездом на тротуар незаконны и физически не отделены от пешеходных путей, отсутствует разметка машино-мест, продольная разметка на проезжей части нанесена без учета припаркованного транспорта, отсутствуют дорожные знаки, обозначающие места парковки и методы постановки транспорта на них.

Рассмотрим проблему организации парковочного пространства на примере центральной части г. Волгограда. Был выбран один из микрорайонов в границах: ул. Гагарина — ул. 7-й Гвардейской и ул. Коммунистическая — ул. им. маршала Чуйкова.

В таблице 1 представлен анализ количества припаркованных автомобилей в выбранном микрорайоне г. Волгограда. Исследование проводилось в будние дни (вторник, среда, четверг).

Таблица 1. Загрузка УДС транспортными средствами

Наименование улицы	Количество транспортных средств					
	08:00		14:00		20:00	
	Всего	В т. ч. с нарушением ПДД	Всего	В т. ч. с нарушением ПДД	Всего	В т. ч. с нарушением ПДД
ул. Коммунистическая	93	40	371	166	74	33
пр-т им. Ленина	65	25	259	101	52	20
ул. Советская	54	14	255	54	56	11
ул. им. маршала Чуйкова	64	17	256	65	52	13
ул. Гагарина	57	24	226	94	45	19
ул. Родимцева	8	1	21	2	6	0
ул. 13-й Гвардейской	41	26	162	103	32	21
ул. Наумова	29	4	120	7	23	2
ул. Пражская	21	6	83	28	17	5
Всего	432	157	1753	620	357	124

В границах улиц Гагарина — 7-й Гвардейской и Коммунистическая — маршала Чуйкова в будний день в промежутке 13...15 часов припарковано 1750 автомобилей. Из них 620 (35,4%) с нарушением ПДД (парковка на проезжей части, в местах запрета остановки и стоянки, на пешеходных переходах и тротуарах, на «зеленой зоне»). Из результатов исследования следует, что на низком уровне находится общая обеспеченность местами для временного хранения легковых автомобилей, предназначенными для работающих и посетителей различных объектов города в дневное время.

Отмечено, что количество припаркованных автомобилей в 08:00 выше, чем в 20:00 (рис. 1). Это объясняется

тем, что припаркованные автомобили в дневное время уехали, а паркующиеся в вечернее время еще не все приехали.

На выбранном участке УДС рассмотрена возможность организации парковочных мест в соответствии с требованиями ПДД и загрузки улиц.

Из-за нехватки парковочных мест происходит:

- снижение пропускной способности УДС города;
- ухудшение условий безопасности движения транспорта;
- затруднение проведения механизированной уборки улиц;
- дискомфорт и повышенная опасность движения пешеходов;

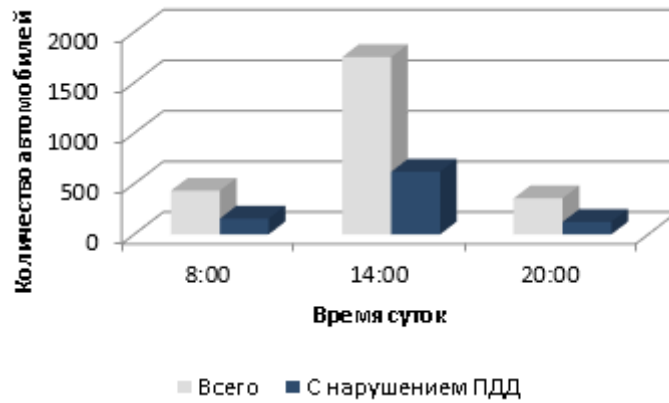


Рис. 1. Динамика изменения количества припаркованных автомобилей в зависимости от времени суток

Таблица 2. Характеристика прогнозируемых парковочных мест и коэффициент загрузки парковок

Наименование улицы	Возможное количество парковочных мест, машино-мест		Количество припаркованных автомобилей в дневное время	Коэффициент загрузки парковки
	по одной стороне улицы	по двум сторонам улицы		
ул. Родимцева	25	-	21	0,84
ул. Гагарина	90	-	226	2,51
ул. 13-й Гвардейской	75	150	162	1,08
ул. Наумова	70	140	120	0,86
ул. Пражская	90	-	83	0,92
ул. им. маршала Чуйкова	180	-	256	1,42
ул. Советская	180	360	255	0,71
ул. Коммунистическая	190	380	371	0,98
Итого по всем улицам		$\Sigma = 1415$	$\Sigma = 1494$	1,06

— осложнение проезда городского пассажирского транспорта и транспорта экстренных служб (аварийных, спасательных, медицинских, пожарных);

— ухудшение экологической обстановки и др.

Все это оказывает негативное влияние на транспортную обстановку в городе в целом. Решение проблемы может достигаться как путем развития парковочного пространства, регулированием количества автотранспорта в определенных зонах города, так и оптимизацией схемы ОДД.

Планируемые пути решения организации парковочного пространства должны положительно сказаться на равномерном распределении транспорта по УДС. Устройство системы перехватывающих стоянок в сочетании с организацией транспортно-пересадочных узлов на границах центральных районов города оптимизирует нагрузку на транспортную сеть центра. Введение платной парковки на наиболее загруженных в настоящее время улицах города с учетом обеспечения пропускной способности и запрет стоянки там, где это действительно необходимо, послужит как мера по обеспечению равномерного комфортного движения автотранспорта в центральной части города, так и в качестве дополнительной стимулирующей меры в пред-

почтении использования общественного транспорта по сравнению с личным.

Одним из распространенных методов оптимизации схемы ОДД является организация одностороннего движения, что позволяет увеличить количество мест для стоянки при сохранении пропускной способности улиц. В рассматриваемом микрорайоне предлагается ввести одностороннее движение на улицах: ул. Гагарина, ул. 13-й Гвардейской, ул. Родимцева, ул. им. Чуйкова, ул. Пражская, ул. Советская (рис. 3).

Данные предложения были проверены с помощью прикладной программы «Aimsun». Результаты моделирования показали, что введение дополнительных участков с односторонним движением на улицах с небольшой шириной проезжей части положительно сказывается на пропускной способности рассматриваемых участков УДС.

Данное решение позволит нам провести мероприятия по оптимизации парковочного пространства за счет изменения схемы постановки автомобилей (например, ко-соуговая схема вместо прямолинейной), что в 2 раза увеличит количество мест для стоянки. Другой мерой регулирования количества паркующихся автомобилей

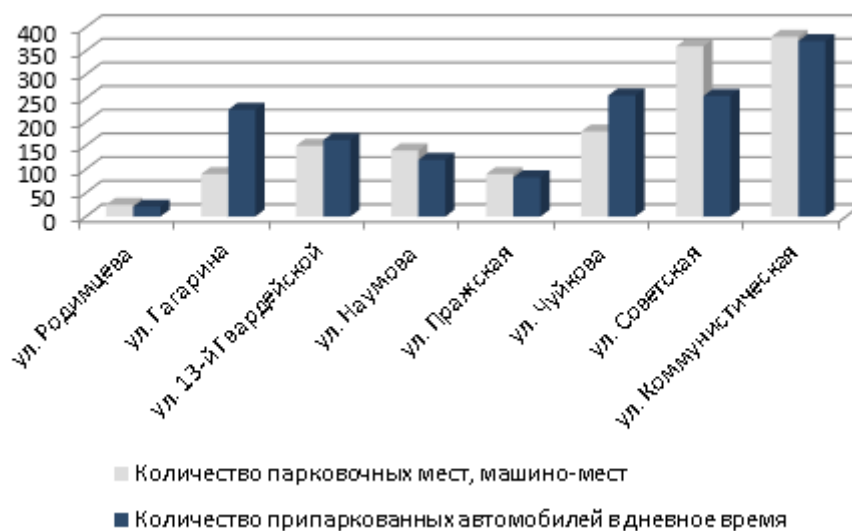


Рис. 2. Коэффициент загрузки парковки центральной части г. Волгограда

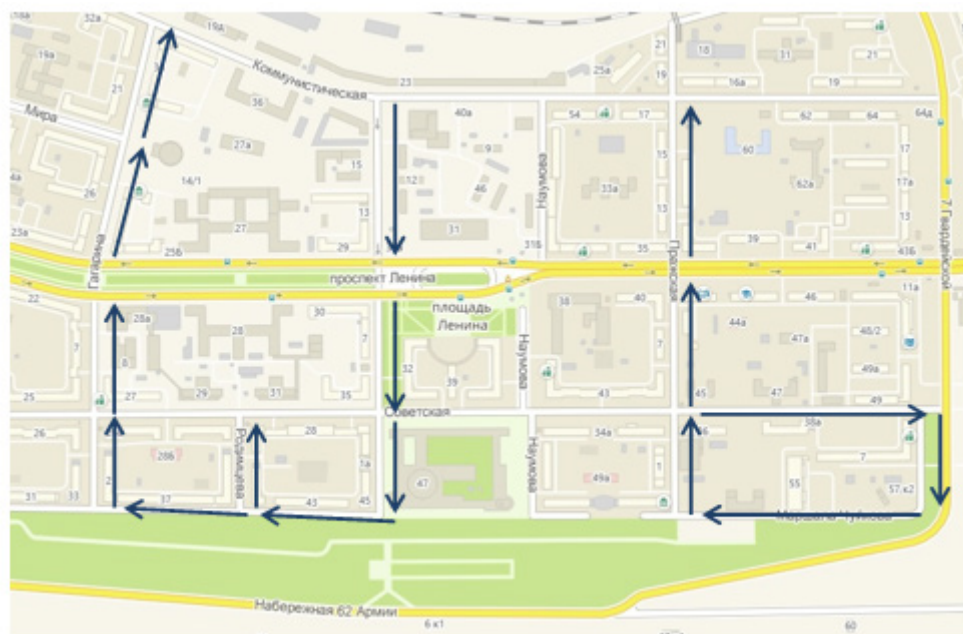


Рис. 3. Предлагаемая схема односторонних улиц в центральной части г. Волгограда

может стать введение платных парковок. Это повысит доступность парковочных мест и привлекательность общественного транспорта. Таким образом, предложенные ме-

роприятия позволят снизить интенсивность движения и повысить безопасность движения в центральной части г. Волгограда.

Литература:

1. Правила дорожного движения Российской Федерации, 2014 г.
2. ОДМ 218.2.020–2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог [Текст]. — Взамен Руководства по оценке пропускной способности автомобильных дорог. М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2012.
3. СП 113.13330.2012. Свод правил. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21–02–99*. — утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 № 635/9.

4. СП 42.13330.2011. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01–89*. — утв. Приказом Минрегиона РФ от 28.12.2010 № 820.
5. Рекомендации по разработке комплексных транспортных схем для крупных городов. М.: Стройиздат, 1983.
6. М. Якимов. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов [Текст]. М.: Логос, 2013.

Применение метода ступенчатых изотерм для прогнозирования ползучести экструдированной полипропиленовой армирующей георешетки, используемой в строительстве

Гребнева Валерия Александровна, студент;
Вихров Александр Игоревич, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В данной работе проведены исследования ползучести экструдированной полипропиленовой георешетки, используемой в строительстве. Кривые ползучести были получены при трех различных режимах испытаний. На основе полученных данных продемонстрирована возможность прогнозирования ползучести подобных структур на гораздо более длительные времена по сравнению со временем проведения экспериментальных измерений.

Ключевые слова: метод ступенчатых изотерм; геосинтетические материалы; георешетка, ползучесть, временно-температурная аналогия

1. Введение

В настоящее время в строительстве находят широкое применение различные полимерные и композиционные материалы. Особое внимание уделяется применению геосинтетических материалов, таких как геотекстиль, георешетки, геосетки и др., используемых в различных областях строительства для возведения автомобильных и железных дорог, укрепления склонов, усиления слабых оснований, устройства подпорных стенок, укрепления от размывания русел рек, берегов водоемов, прудов. Геосинтетические материалы выполняют различные функции, включающие армирование, фильтрацию, разделение, дренирование и др. Особый интерес представляет использование геосинтетических материалов, таких как георешетки, в армирующей функции.

При выполнении прочностных расчетов конструкций с применением геосинтетических материалов принято считать, что механические свойства не зависят от фактора времени, т. е. сохраняют свою прочность и жесткость постоянной в течение длительного периода времени. Однако это не совсем верно, поскольку подавляющее большинство геосинтетических материалов изготавливается из натуральных или синтетических полимеров, обладающих ярко выраженными вязкоупругими свойствами. Данное обстоятельство затрудняет оценку долговременной прочности конструкций с применением геосинтетических материалов. Одной из основных проблем является их ползучесть, т. е. медленное увеличение деформации с течением времени. Для определения этой характеристики традиционно используются методы испытаний с постоянно при-

ложенной нагрузкой, однако они весьма трудоемки, поскольку требуют больших временных затрат. Современные строительные конструкции проектируются на достаточно большие сроки службы, в некоторых случаях до 100 лет и более. Соответственно, требуется обеспечить прогнозирование их деформационного поведения на планируемый расчетный срок службы. При использовании обычных методов испытаний на ползучесть данные измерений можно экстраполировать не более чем на один порядок, т. е. для того чтобы обеспечить прогноз на 100 лет, необходимо провести испытания на ползучесть в обычных условиях в течение 10 лет. Проведение экспериментов такой длительности является весьма проблематичным. В таком случае альтернативой могут выступать ускоренные методы испытаний, которые проводятся при повышенных температурах и могут использоваться для прогнозирования ползучести на длительные времена. Использование ускоренных методов уменьшает время, которое требуется для проявления ползучести и получения соответствующих данных.

2. Обзор литературы

Метод температурного ускорения процесса ползучести или метод ступенчатых изотерм основан на принципе температурно-временной суперпозиции полимеров и может быть использован для прогнозирования деформационного поведения материалов во времени. Сущность метода заключается в измерении ползучести геосинтетического материала при одном уровне заданной растягивающей нагрузки, но при различных температурах с интервалом, не превышающем, как правило, 10⁰С для получения единой

обобщенной кривой [1–2]. Кривые ползучести получают по традиционным методам измерений, только дополнительно применяется камера искусственного климата, способная поддерживать постоянную температуру в заданном диапазоне.

В работах [3–6] были проведены ускоренные испытания различных геосинтетических материалов на ползучесть с помощью метода ступенчатых изотерм. Было показано, что основываясь на принципе температурно-временной аналогии данный метод может быть представлен как эксперименты по кратковременному измерению ползучести с пошагово увеличиваемой температурой. Общая продолжительность экспериментов составляла не более 24 часов для всех температурных шагов. При последующей перестройке шкалы времени и сдвиге кривых получается одна обобщенная кривая, позволяющая прогнозировать деформационное поведение материалов на срок до 100 лет.

В работе [7] были проведены испытания на ползучесть до 10000 часов при нормальной температуре методом ступенчатых изотерм для пяти различных типов полиэфирных георешеток с различной прочностью от 100 до 400 кН/м. Результаты показали, что необходимо использовать как минимум 6–8 температурных шагов, чтобы прогнозировать поведение ползучести на срок более 75 лет.

В работах [8–9] проводились аналогичные испытания на ползучесть георешеток из полиэтилена низкого давления и полиэфира. В процессе проведения экспериментов варьировалось 3 основных параметра: температурный шаг, время выдерживания под нагрузкой и уровень приложенной нагрузки. Оптимальными являлись шаги по температуре в 7°C и времени в 10⁴ с. Было показано, что полиэфирные образцы проявляют меньшую ползучесть по сравнению с полиэтиленовыми образцами.

В работах [10–11] была продемонстрирована возможность применения метода ступенчатых изотерм для прогнозирования ползучести тканых полиэфирных и нетканых полипропиленовых полотен. Кроме того, как было показано в [12–14], метод ступенчатых изотерм может быть с успехом применен для прогнозирования ползучести высокомодульных арамидных нитей, которые хоть и редко, из-за высокой стоимости, но все же находят свое применение для изготовления геосинтетических материалов. Некоторые виды геосинтетических материалов, например, дренажные или фильтрующие, могут испытывать ползучесть при сжатии на протяжении своего расчетного срока службы. Работы [15–20] посвящены исследованию применения метода ступенчатых изотерм для прогнозирования долговременной ползучести при сжатии подобных георешетке полимерных структур.

3. Постановка цели и задач работы

Цель работы состоит в исследовании деформационного поведения при ползучести и разработке ускоренного метода испытаний на ползучесть экструдированной полипропиленовой георешетки.

Задачи:

- Определение кратковременной прочности исследуемой георешетки;
- Проведение измерений ползучести при различных задаваемых температурных шагах;
- Определение оптимальных параметров используемого метода.

4. Экспериментальная часть

Определение кратковременных механических характеристик при растяжении

В качестве объекта исследования была выбрана экструдированная полипропиленовая георешетка с прочностью при растяжении в 40 кН/м в двух направлениях, используемая в качестве армирующего материала для крупнофракционных строительных материалов.

Для проведения исследований использовалась испытательная установка Instron-5965, позволяющая проводить испытания в различных режимах нагружения с максимальной нагрузкой до 5 кН, а также при пониженных или повышенных температурах от –70°C до 350°C.

При расчёте напряжений, возникающих в более сложных структурах, которые не являются сплошными средами, например, таких как полотна, решетки, сетки и др., при приложении внешней нагрузки, целесообразнее применять в расчётах не напряжение, а удельную нагрузку, имеющим единицу измерения кН/м, то есть отношение усилия к погонной ширине образца.

$$\tau = \frac{F_{\max}}{\text{Ш}}, \quad (1)$$

где F_{\max} – максимальная нагрузка полотна, кН; Ш – погонная ширина образца, м.

Деформация материала определяется увеличением (при растяжении) или уменьшением (при сжатии) длины образца по отношению к первоначальной длине

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100 \% , \quad (2)$$

где Δl — приращение длины образца, мм;
 l_0 — начальная длина образца, мм.

Испытание по методу ступенчатых изотерм

В методе ступенчатых изотерм испытание производится на одиночном образце, который закрепляется в зажимах, установленных внутри камеры искусственного климата. При испытании образца задается необходимая постоянная нагрузка, рассчитанная в процентах от прочности при растяжении по формуле (1). Данная нагрузка, как правило, является кратной 10, 20, 30, 40 и 50% от прочности при растяжении. Образец выдерживается при начальной установленной температуре в течение заданного периода времени t_1 , как правило, составляющим максимально несколько часов. После этого температура увеличивается на одну ступень, и образец выдерживается при второй температуре в течение установленного периода времени t_2 . По-

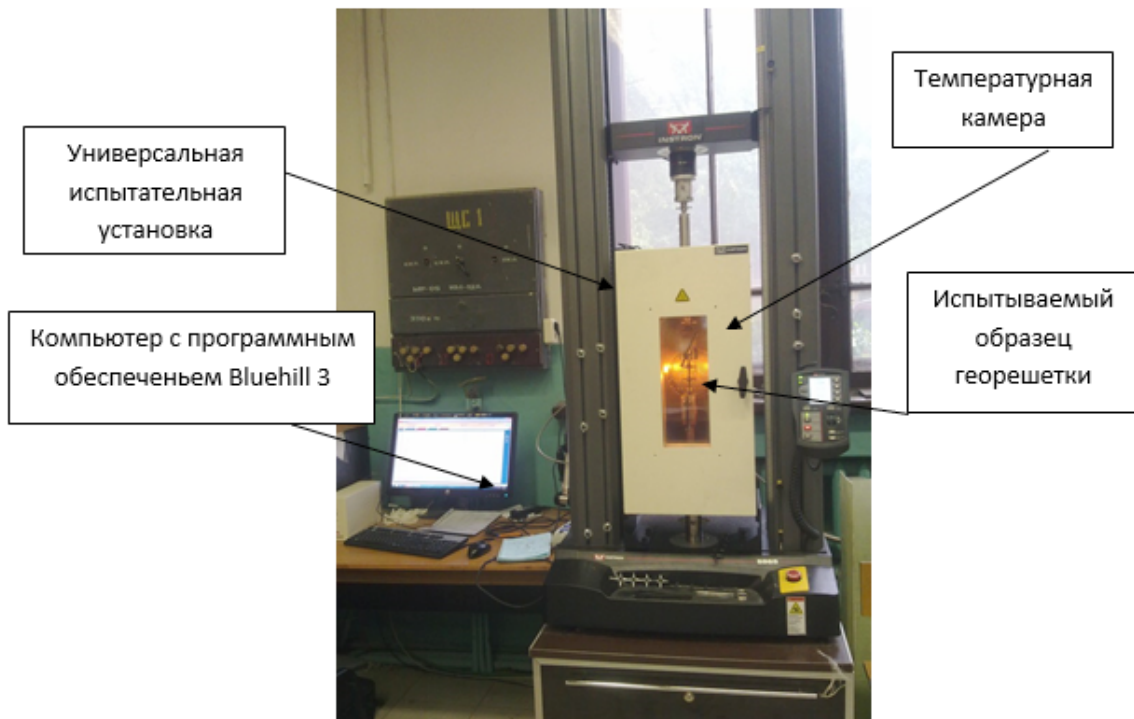


Рис. 1. Испытательная установка Instron 5965

шаговые интервалы увеличения температуры составляют, как правило, 6–15⁰С. Далее указанные шаги измерений повторяются определенное количество раз, которое зависит от расчетного срока службы, необходимого прогнозирования ползучести материала. Максимальная температура испытаний составляет, как правило, 60⁰С — 70⁰С для полиолефинов.

В данной работе были проведены исследования при трех различных режимах испытаний. В качестве варьируемого параметра был выбран шаг измерения температуры. Испытания проводились при трех шагах в 6, 10 и 14⁰С (рисунок 2).

На рисунке 3а представлена кривая ползучести в диапазоне температур от 20 до 80⁰С с шагом 10⁰С, полученная по методу ступенчатых изотерм, для образца полипропиленовой георешетки. Продолжительность измерений на каждом шаге составляла 1800 с, уровень нагрузки составлял 10% от прочности при растяжении для всех режимов испытаний. Затем кривая ползучести была разбита на отдельные участки, каждый из которых соответствует определенному температурному шагу. После этого все участки кривой ползучести были перестроены в модуль ползучести со сдвигом на соответствующее время от начала измерений для каждого шага $t^*(n-1)$, где n — номер температурной ступени (рисунок 3б). Модуль ползучести определялся по формуле

$$E(t) = \frac{T_i}{\varepsilon(t)}, \quad (3)$$

где T_i — нагрузка на единицу ширины при ползучести, $\varepsilon(t)$ — удлинение при определенном времени.

Далее все участки кривой ползучести, измеренной при каждом уровне температуры, были поочередно сдвинуты, начиная со второй кривой, до совпадения и частичного перекрытия предыдущей кривой для получения единой обобщенной кривой. Полученные кривые модуля ползучести для разных температур построены на одном графике в полулогарифмической системе координат. По горизонтальной оси отложено время в полулогарифмической системе координат, а по вертикальной оси о модуль ползучести при различных температурных шагах (рисунок 3в). На заключительном этапе обработке полученных данных обобщенная кривая модуля ползучести была обратно перестроена в прогнозируемую обобщенную кривую ползучести (рисунок 3г).

Такой порядок был проделан для двух других режимов испытаний при температурных шагах в 6 и 14⁰С. Итоговые кривые ползучести, полученные при трех различных шагах в 6, 10 и 14⁰С, представлены на рисунке 4. Полученные данные показывают, что при температурных шагах в 6 и 14⁰С показывают достаточно схожее деформационное поведение под нагрузкой. Однако в отличие от кривой, полученной при заданном шаге в 10⁰С, накопленная деформация к длительным прогнозируемым временам является гораздо меньшей.

5. Заключение

Проведена апробация метода ступенчатых изотерм для прогнозирования ползучести экструдированный полипропиленовой георешетки. Проведены измерения ползучести при постоянной заданной нагрузке при трех

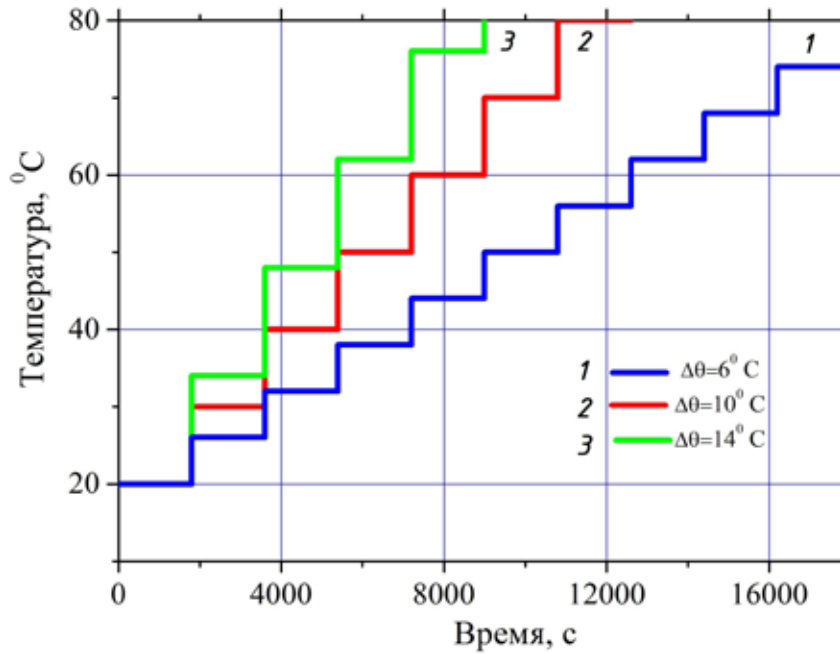


Рис. 2. Режимы проведения испытаний

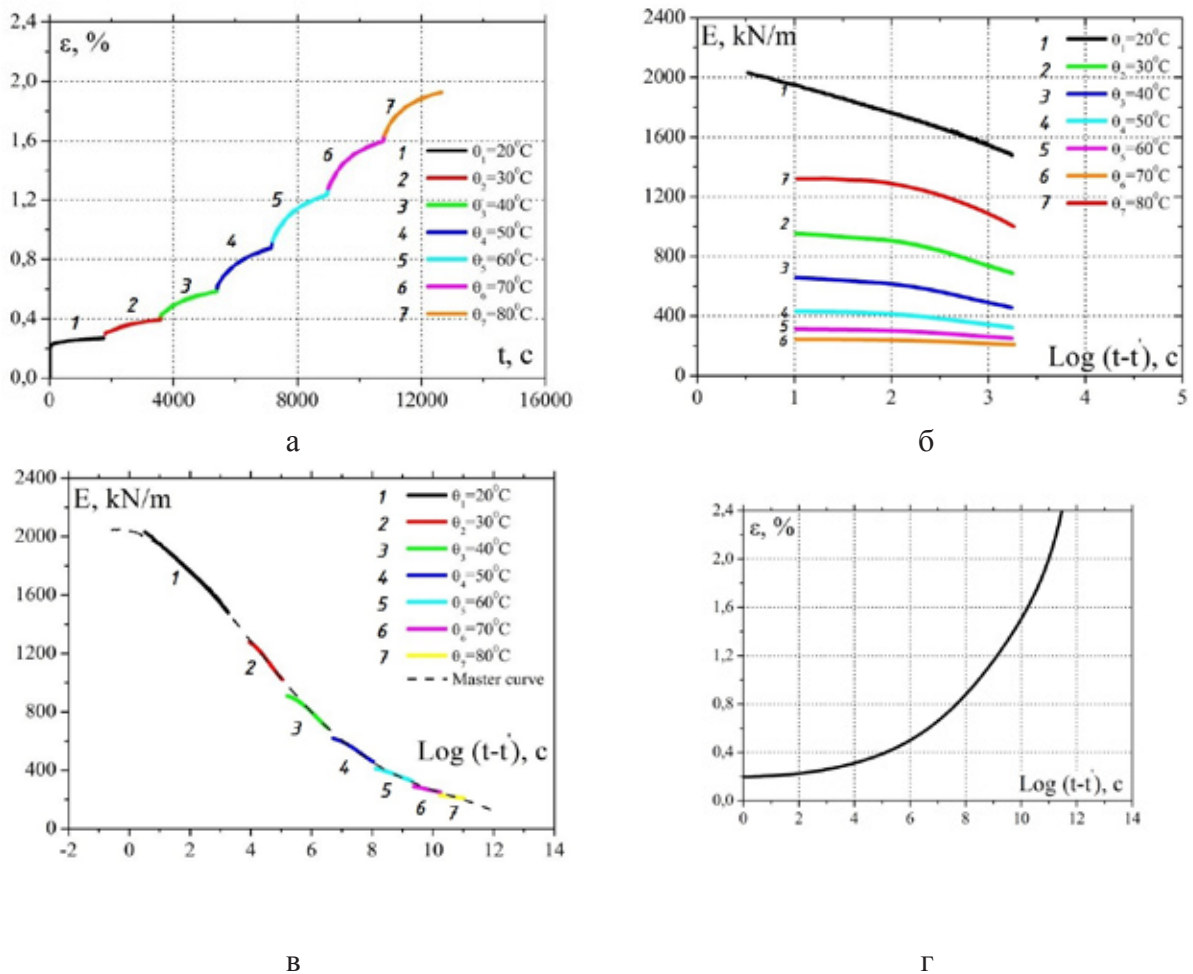


Рис. 3. Метод ступенчатых изотерм: а — кривая ползучести; б — модуль ползучести в полулогарифмической системе координат; в — сдвинутые кривые модуля ползучести; г — прогнозируемая кривая ползучести

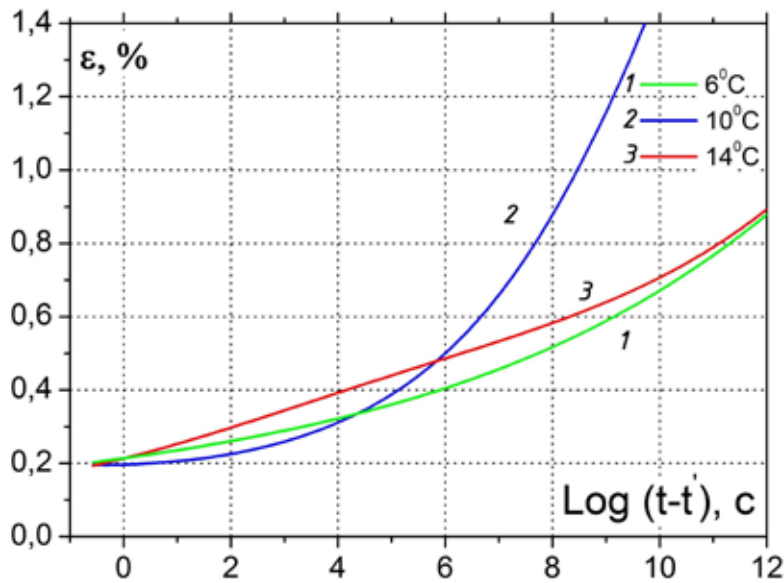


Рис. 4. Прогнозируемая ползучесть при трех различных режимах испытаний

различных температурных интервалах. Результаты обработки экспериментальных данных показали, что кривые ползучести при температурных шагах в 6 и 14°C показывают достаточно схожее деформационное поведение

под нагрузкой в отличие от кривой, полученной при заданном шаге в 10°C, накопленная деформация к длительным прогнозируемым временам является гораздо меньшей.

Литература:

1. Voskamp, W., Greenwood J.H., Schroeder H.F. Durability of Geosynthetics Publication 243 // The Netherland. 2012. 189–192 p.
2. GRI Test method GS 10. Accelerated Tensile Creep and Creep-Rupture of Geosynthetic Materials Based on Time-Temperature Superposition Using the Stepped Isothermal Method. 2000. 15 p.
3. Achereiner, F., Engelsing K., Bastian M. & Heidemeyer P. Accelerated creep testing of polymers using the stepped isothermal method Polymer Testing // 2013.
4. Jones, C. J. F. P. & Clarke, D. 2007, «The residual strength of geosynthetic reinforcement subjected to accelerated creep testing and simulated seismic events», Geotextiles and Geomembranes, vol. 25, no. 3, pp. 155–169.
5. Kongkitkul, W. & Tatsuoka, F. 2007, «A theoretical framework to analyse the behaviour of polymer geosynthetic reinforcement in temperature-accelerated creep tests», Geosynthetics International, vol. 14, no. 1, pp. 23–38.
6. Thomas, R. & Nelson, J. 2013, «The use of the stepped isothermal method for estimating the long-term creep strain and creep rupture strength of polypropylene resins used in civil engineering applications», Society of Plastics Engineers — 2013 SPE International Polyolefins Conference.
7. Hsiehl, C. W., Lee, K., Yoo, H. K. & Jeon, H. 2008, «Tensile creep behavior of polyester geogrids by conventional and accelerated test methods», Fibers and Polymers, vol. 9, no. 4, pp. 476–480.
8. Yeo, S.-. & Hsuan, Y. G. 2009, «Predicting the creep behavior of high density polyethylene geogrid using stepped isothermal method», Service Life Prediction of Polymeric Materials: Global Perspectives, pp. 205.
9. Yeo, S.-. & Hsuan, Y. G. 2010, «Evaluation of creep behavior of high density polyethylene and polyethylene-terephthalate geogrids», Geotextiles and Geomembranes, vol. 28, no. 5, pp. 409–421.
10. Zornberg, J. G., Byler, B. R. & Knudsen, J. W. 2004, «Creep of geotextiles using time-temperature superposition methods», Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol. 130, no. 11, pp. 1158–1168.
11. Bueno, B. S., Costanzi, M. A. & Zornberg, J. G. 2005, «Conventional and accelerated creep tests on nonwoven needle-punched geotextiles», Geosynthetics International, vol. 12, no. 6, pp. 276–287.
12. Alwis, K. G. N. C. & Burgoyne, C. J. 2008, «Accelerated creep testing for aramid fibres using the stepped isothermal method», Journal of Materials Science, vol. 43, no. 14, pp. 4789–4800.
13. Giannopoulos, I. P. & Burgoyne, C. J. 2012, «Accelerated and real-time creep and creep-rupture results for aramid fibers», Journal of Applied Polymer Science, vol. 125, no. 5, pp. 3856–3870.

14. Giannopoulos, I. P. & Burgoyne, C. J. 2011, «Prediction of the long-term behaviour of high modulus fibres using the stepped isostress method (SSM)», Journal of Materials Science, vol. 46, no. 24, pp. 7660–7671.
15. Hsuan, Y. G., Yeo, S.-. & Koerner, R. M. 2005, «Compression creep behavior of Geofom Using the Stepped Isothermal Method», Geosynthetics Research and Development in Progress.
16. Hsuan, Y. G., Yeo, S.-. & Koerner, R. M. 2005, «Compression creep behavior of geofom using the stepped isothermal method», Geotechnical Special Publication, pp. 3987.
17. Bozorg-Haddad, A. & Iskander, M. 2011, «Comparison of accelerated compressive creep behavior of virgin HDPE using thermal and energy approaches», Journal of Materials Engineering and Performance, vol. 20, no. 7, pp. 1219–1229.
18. Bozorg-Haddad, A. & Iskander, M. 2011, «Predicting compressive creep behavior of virgin HDPE using thermal acceleration», Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 23, no. 8, pp. 1154–1162.
19. Mok, M. S., Blond, E., Mylnarek, J. & Jeon, H. Y. 2012, «A new approach to evaluate the long-term designing normal pressure of geonets using a short-term accelerated compressive creep test method», Geotextiles and Geomembranes, vol. 30, pp. 2–7.
20. Yeo, S.-. & Hsuan, Y. G. 2009, «Effects of temperature and stress on the short and long-term compressive behavior of expanded polystyrene», Geosynthetics International, vol. 16, no. 5, pp. 374–383.

Перспективы эксплуатации электромобилей на Крайнем Севере

Григорьев Станислав Иванович, студент;

Анисимов Евсей Евсеевич, магистр, инженер, старший преподаватель, научный руководитель
Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (г. Якутск)

В настоящее время продолжает расти интерес к электромобилям в мире, особенно в странах Европы и Америке. Так производство электромобилей в мире выросло с 240 тыс. электромобилей в 2013 году до 400 тыс. в 2014 году. А по прогнозу энергетического центра московской

школы управления «Сколково» продажи электромобилей к 2020 году вырастут до 7,2 млн. электромобилей. [1] Согласно прогнозу Международного энергетического агентства рынок электромобилей активно будет возрастать, что хорошо показано на рисунке 1. [2]

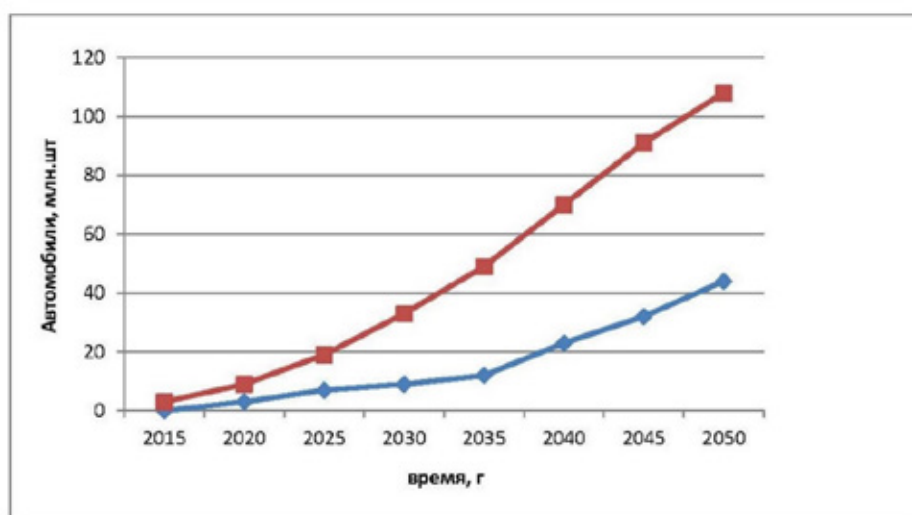


Рис. 1. Прогноз мировых продаж автомобилей, использующих электроэнергию:
1) гибридные автомобили; 2) электрические автомобили

Электромобиль «Mitsubishi Outlander PHEV» состоит из 2-х литрового бензинового двигателя, расположенный в правой части такого же моторного отсека, как и у New Outlander ICE; Передний (60 кВт) электродвигатель +

инвертор + генератор: расположен в левой части моторного отсека вместе с ДВС, аналогично коробке передач в блоке с редуктором; Тяговая аккумуляторная батарея: безопасно расположена под полом в пределах колесной

базы, не уменьшая пространство салона; Задний (60 кВт) электродвигатель + инвертор: расположен под полом, не уменьшая свободное пространство багажного отделения.

По диаграмме видно, что электромобиль Tesla Model S опережает по мощности другие известные марки электромобилей.

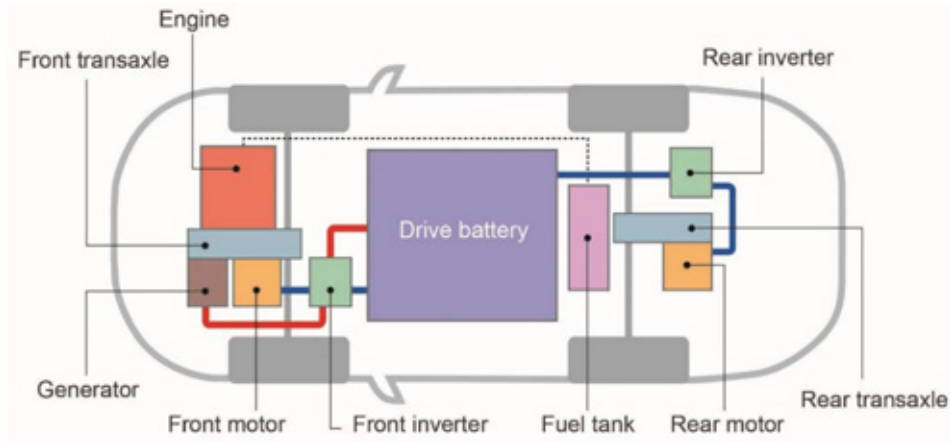


Рис. 2. Mitsubishi Outlander PHEV Электромобиль

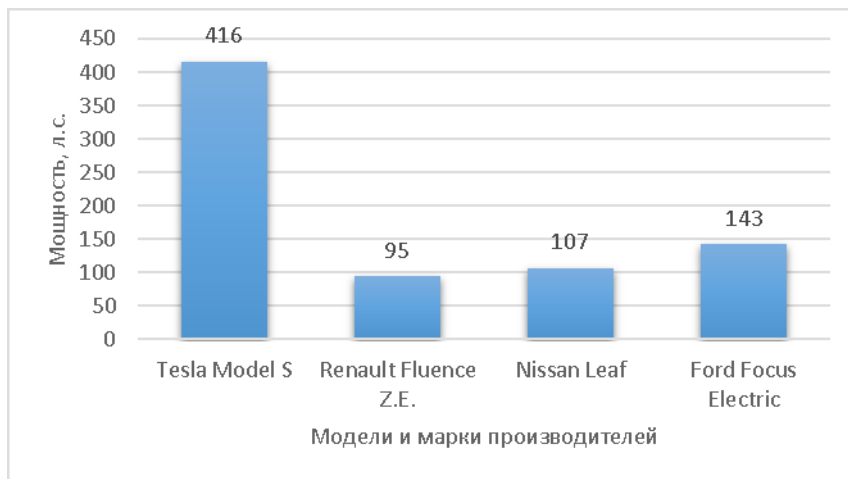


Рис. 3. Сравнение мощности электродвигателей

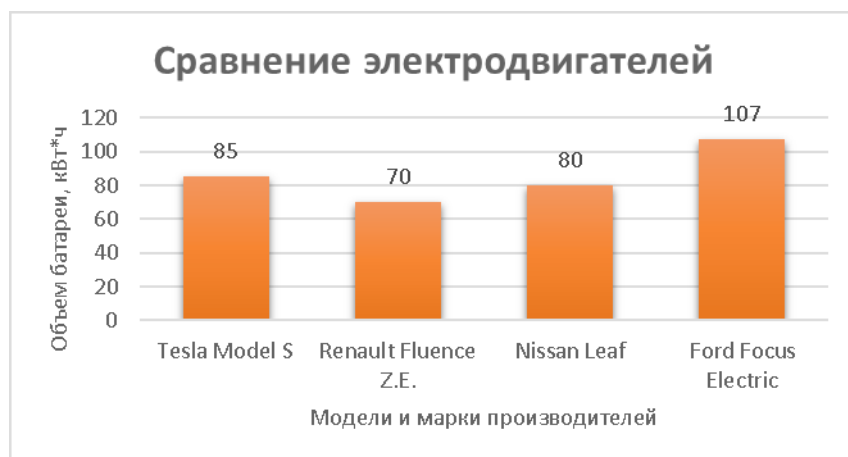


Рис. 4. Сравнение объема батареи электромобилей

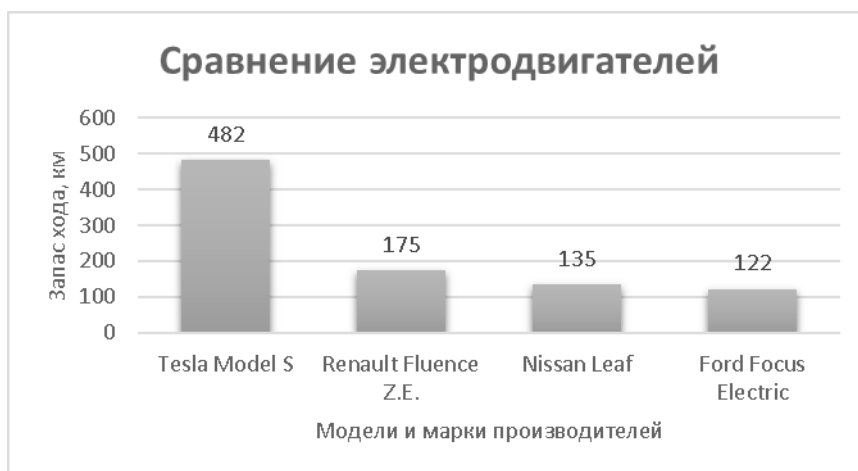


Рис. 5. Сравнение запаса хода электромобилей

По диаграмме видно, что электромобиль Ford Focus Electric опережает по объему батареи своих представителей.

В диаграмме показаны запас хода электромобилей из них выдвигается вперед Tesla Model S.

Из перечисленных агрегатов автомобиля важными эксплуатационными составляющими являются электродвигатель и аккумуляторная батарея.

Нами проводится мониторинг типов аккумуляторов, используемых в электромобилях. С помощью полученных параметров произвели теоретическое сравнение типов аккумуляторов. [3]

Были выявлены следующие типы аккумуляторов, использующихся в электромобилях:

— Свинцово-кислотный аккумулятор: КПД — 80–90%, рабочая температура может колебаться в пределах от — 40 до + 40 градусов Цельсия, напряжение

разряженного аккумулятора — 1.8 Вольт, ЭДС заряженного аккумулятора — 2.18 Вольт, напряжение — 2 Вольт, энергоёмкость — 30–60 Втч\кг. Цикл жизни составляет 1000–1500 разряд\заряд батареи.

— Литий-ионный аккумулятор: напряжение заряженного элемента — 4.2 Вольта, напряжение разряженного — 2.75 Вольта, температурный режим — -20 до +60 градусов Цельсия, время заряда — 2–4 часа. Цикл жизни — свыше 1000 разряд\заряд аккумулятора.

— Натрий-никель-хлоридный аккумулятор: рабочая температура — + 300 градусов Цельсия, энергоёмкость — 730 Втч\кг, ЭДС — 2.6 Вольта. Цикл жизни — более 1000 разряд\заряд аккумулятора.

— Никель-кадмиевый аккумулятор: Рабочая температура от -50 до +40 градусов Цельсия, напряжение рабочее — 1, 3 Вольта, ЭДС — 1.37 Вольта, мощность — 150–500 Вт\кг, энергоёмкость — 65 Втч\кг. Цикл жизни — свыше 1000 разряд\заряд аккумулятора.

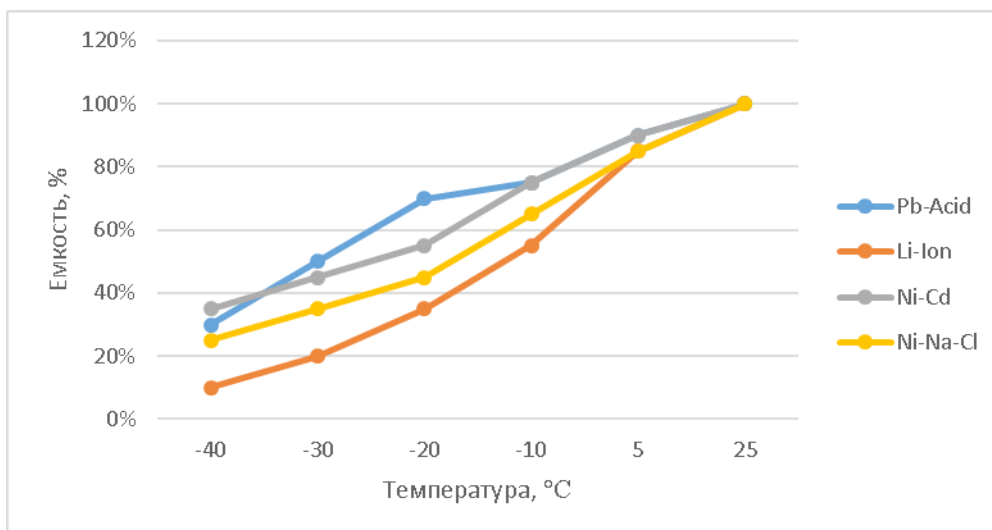


Рис. 6. Изменение емкости аккумулятора от температуры

Учитывая технические характеристики нами был проведен анализ работы аккумуляторов в Крайнем Севере.

В дальнейшем будут проведены испытания аккумуляторов в Крайнем Севере и будут представлены способы сохранения тепла в аккумуляторах, без потерь емкости.

При большом интересе к электромобилям появляется проблема зарядки автомобиля в электро-заправочных станциях в Крайнем Севере. Например, возьмем город Якутск.

В городе отсутствуют электро-заправочные станции, но уже есть гибриды и в скором времени будут электромобили. На территории автодорожного факультета Северо-восточного федерального университета им. М.К. Аммосова была организована специализированная парковка для безгаражного хранения автомобилей с возможностью подключения подогревательных устройств в зимний период и в перспективе для зарядки транспортных средств с электродвигателем.

Литература:

1. Статья Института информационных технологий машиностроения и автотранспорта КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Российская Федерация «Рост интереса к электромобилям в мире»
2. Свиридов, С. А., Хатина И. В., Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия — «Электромобили: достоинства и недостатки»
3. Д.Г. АСАДОВ, канд. техн. наук, доцент. Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина — «Исследование типов аккумуляторов, используемых в электромобилях»

Методы и технологии моделирования технических систем

Даненова Гульмира Тулендиевна, кандидат технических наук, доцент;

Зияшева Айжан Манарбековна, магистрант;

Альжанова Алмагуль Ураловна, магистрант;

Жарилхасинова Динара Кунисбаевна, магистрант

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Компьютерное моделирование осуществляется в различных формах и термин приобрел много значений в различных областях. Родственным термином, который часто используется взаимозаменяемо с компьютерной симуляцией является компьютерное моделирование. Вообще говоря, компьютерная симуляция является широким термином, который включает в себя практику получения входов от имитируемых пользователей, а затем передать эти значения в реальные компьютерные программы (эту практику иногда называют эмуляцией). Например, летные симуляторы могут имитировать полетные операции, контролируя фактический перелет программного обеспечения. Компьютерное моделирование сужает область применения и включает в себя все аспекты системы представленные с помощью компьютера.

Компьютерные симуляторы успешно используются во многих областях, включая инженерию, производство, менеджмент, бизнес, науку, технологию, архитектуру, развлекательный, правительственный, военные области и область логистики/транспортировки. Несколько типов компьютерного моделирования широко изучены для использования в инженерных и бизнес-средах. Они включают в себя непрерывное, Монте-Карло, дискретно-событийное и агентное моделирование. Хотя многие представители власти считают дискретные события в виде симулятора Монте-Карло, они будут оцениваться от-

дельно, поскольку, как показывает практика, каждое из них рассматривается индивидуально и для разных приложений.

Непрерывное моделирование

Непрерывное моделирование относится к моделированию системы уравнений, представляющей систему, работающую в течение долгого времени. Эта система может состоять из алгебраических систем, теоретико-игровых моделей, статистических моделей или дифференциальных уравнений, установленных таким образом, чтобы изменить непрерывное представление входных и выходных параметров, связанных с состоянием системы. Примером непрерывного моделирования является модель полноприводной системы подвески, в которой может быть исследована динамика работы над различными местностями.

Непрерывное моделирование часто используется в сочетании с АР (Автоматизированная разработка) систем или в математическом моделировании пакетов программного обеспечения.

Другим примером непрерывного моделирования является модель конкуренции двух популяций. Биологические модели этого типа известны в качестве моделей хищник-жертва. Среда состоит из двух популяций, которые взаимодействуют друг с другом. Хищники зависят от добычи в качестве источника пищи. Если количество хищ-

ников растет слишком быстро, добыча будет уменьшаться, а хищники будут голодать. Если количество хищников падает, количество добычи будет увеличиваться. Эта взаимосвязь может быть проанализирована непрерывным моделированием с использованием частных производных.

Математика этой системы двух видов была разработана известным теоретиком Вольтерром. Он показал, что без внешнего вмешательства, результатом будет пульсирующее отношение похожее на график показанный на рисунке 1.

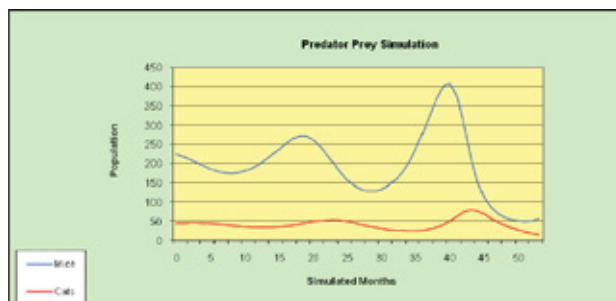


Рис. 1. Имитационная модель «хищник-жертва»

Рост населения, рост городов, прогнозирование ураганов и погоды, распространение болезни являются подходящими примерами систем для непрерывных имитационных моделей. Термин «динамика системы» впервые использованный Джей У. Форрестером в 1950, также используется, чтобы описать непрерывное имитационное моделирование. В общем, динамика системы описывает поведение системы, как взаимосвязанные, взаимодействующие обратные связи, каждый из которых может прямо или косвенно повлиять на другой.

Непрерывные симуляторы обычно разработаны с использованием электронных таблиц, специализированного математического программного обеспечения как MATLAB или Mathematica, специализированного программного обеспечения моделирования Simulink MATLAB, либо разработаны с использованием традиционных языков программирования, таких как Visual Basic или C++. [1, с. 15]

Моделирование Монте-Карло

Название Монте-Карло вызывает мысли об играх, азартных играх и шансе. Джон фон Нейман использовал кодовое название «Монте-Карло» для своих опытов, основанных на использовании случайных чисел, проведенных в Лос-Аламосе во время первоначальной разработки атомной бомбы. Название стало популярным и сейчас используется, чтобы представить результаты моделирования, как «схему с использованием случайных чисел, которая используется для решения некоторых стохастических или детерминированных задач, в которых ход времени не играет никакой роли». Последняя часть этого определения (например, определения временем) отличает Монте-Карло от дискретно-событийного моделирования. Монте-Карло вообще исключает время из модели, тогда как дискретно-событийное моделирование основано на течении времени. Использование генераторов случайных чисел дает моделированию методом Монте-Карло харак-

теристики не распространенные для непрерывного моделирования.

Рассмотрим следующее моделирование игры пейнтбола написанное в форме моделирования методом Монте-Карло.

Эта модель предсказывает число красных и синих членов команды, чтобы выжить в матче с учетом предположений, перечисленных ниже:

- 1) Матч проводится на дальней дистанции. Любой пейнтболист может попасть в случайно выбранного противника с одинаковой легкостью.
- 2) Нет двух пейнтболистов выбирающих одну и ту же цель.
- 3) Матч продолжается, пока одна сторона полностью не уничтожена или пока не выстрелено 100 шаров.
- 4) Каждый пейнтбольный шар, который попадает в члена команды соперников убирает его из конкурентов.
- 5) В контексте моделирования методом Монте-Карло, весь матч проходит в нулевом имитируемом времени.
- 6) Вероятность того, «какая сторона следующая выстрелит шарами» базируется на процентах красного и синего членов команды, которые в настоящее время активны и являются частью матча.
- 7) Размеры начальной команды разнообразны и записаны.
- 8) Средние размеры завершения команды базируются на 1000 матчах.

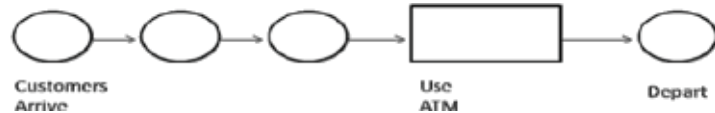
Модель может быть запущена на 1000 матчей для каждого из сценариев. Чем больше количество запусков, тем ближе количество оставшихся игроков будет сходиться к точному решению. Значением этого типа моделирования является то, что несколько минут работы на компьютере дает ответ, который будет сложно оценить в реальной жизненной ситуации. Еще одно преимущество присущее этой имитации является та легкость, с которой параметры могут быть изменены и запущены в различных экспериментах.

Дискретно-событийное компьютерное моделирование

Дискретно-событийное моделирование характеризуется прохождением блоков времени, в течение которых ничего не происходит, перемежаются события, которые

изменяют состояние системы. Примером может служить простая система очереди, состоящая из клиентов банкомата. Клиенты приходят, если банкомат находится в использовании, ждут обслуживания, получают услугу, а затем уходят. Могут быть сделаны следующие предположения:

1. Прибывающие клиенты ждут перед банкоматом (если он используется) в одной очереди.



2. Время между прибывающими:

1 мин	5% прибывающих	6 мин	20% прибывающих
2 мин	7% прибывающих	7 мин	10% прибывающих
3 мин	8% прибывающих	8 мин	8% прибывающих
4 мин	10% прибывающих	9 мин	7% прибывающих
5 мин	20% прибывающих	10 мин	5% прибывающих

3. Время обслуживания банкоматом:

1 мин	10% прибывающих	4 мин	25% прибывающих
2 мин	25% прибывающих	5 мин	10% прибывающих
3 мин	30% прибывающих		

Моделирование может быть написано в GPSS World, который является дискретно-событийным языком моделирования Minuteman Software.

Целью данного моделирования является определение максимальной длины очереди клиентов, среднее время ожидания обслуживания, и время использования банкомата в процентах.

Моделирование будет выполняться в течение 1000 часов моделируемого времени.

Если процент использования имитации банкомата будет близок к 100%, определяется необходимость установки дополнительного банкомата. Это моделирование также можно перенастроить для определения работы банкомата в пиковые моменты. Например, если в пятницу на крупном близлежащем заводе был день зарплаты, может ожидать большой приток клиентов банкомата. Данные показывающие такой приток могут быть введены в имитационную модель и проанализированы для оценки влияния на коэффициент использования банкомата и времени очереди. [2, с. 35]

Агентное Моделирование

Агентное моделирование рассматривает одновременно взаимодействия нескольких агентов для имитации, воссоздания, изучения и прогнозирования сложного явления. Понятие агентного моделирования

заключается в том, что в целом поведение возникает через взаимодействия отдельных агентов на микроуровне. Основным предположением является то, что простые местные поведения генерируют поведения сложного верхнего уровня. Индивидуальные агенты моделируются с учетом индивидуальных особенностей и их, как правило, принято считать рациональными, действующими в своих собственных интересах, которые могут быть экономического или социального происхождения. Модель будет использовать локальные эвристики и простые правила принятия решений, которые создают более широкое окружение.

Большинство агентных моделей содержит следующие элементы:

1. несколько агентов смоделированных и масштабированных с различными уровнями детализации (гранулярности)
2. правила и эвристики принятия решений
3. адаптивное поведение или обучение
4. правила или топология взаимодействия
5. среда для взаимодействия, часто состоящая из ограниченных ресурсов

Агентное моделирование, начало набирать популярность в 1990-х годах и нашла применение в различных бизнес, социальных и технических областях. Агентные модели были применены для подачи цепных проблем потребительского поведения, социального взаимо-

действия, управления персоналом, анализа фондового рынка, пандемии групповых моделей, схем движения, и т. д.

Рассмотренные типы компьютерного моделирования широко изучаются и используются в инженерных и бизнес-средах

Литература:

1. Understanding computer simulation. Roger McHaney. — 2009.
2. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем. Искусство и наука. — М.: Мир, 1978
3. Технология системного моделирования / Под ред. С. В. Емельянова. — М. 1989.

Современные дизельные двигатели. Топливная система

Довыдовский Владимир Александрович, студент
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

Топливная система предназначена для питания двигателя автомобиля топливом, а также его хранения и очистки.

Конструкция топливной системы автомобиля включает топливный бак, топливный насос, топливный фильтр, **систему впрыска**, которые последовательно соединены топливопроводами.

Топливная система бензинового и дизельного двигателей имеет, в основном, аналогичное устройство. Принципиальные отличия имеет система впрыска.

Наиболее современной системой топливоподачи для дизельных двигателей является система непосредственного впрыска COMMON RAIL. Рассмотрим подробнее её устройство.

Она характеризуется впрыском топлива в цилиндр под высоким атмосферным давлением, благодаря чему снижается расход топлива, а мощность двигателя вырастает.

Это не все достоинства. Было отмечено уменьшения шума при работе двигателя, притом, что крутящий момент дизеля был увеличен. Благодаря своему преимуществу, система впрыска Common Rail приобрела широкую популярность, и на данное время, каждый второй автомобиль с дизельным двигателем оснащен этой системой впрыска.

К недостаткам системы относят более высокие требования к качеству дизельного топлива. При попадании мелких посторонних частиц в топливную систему, которая выполнена с большой точностью, управляемые электрофорсунки могут выйти из строя. Поэтому в дизелях Common Rail использование качественного топлива является обязательным условием.

Принцип работы

Принцип работы основан на подаче топлива к форсункам от общего аккумулятора высокого давления — топливной рампы. Давление в топливной системе создается

и поддерживается независимо ни от частоты вращения коленчатого вала двигателя, ни от количества впрыскиваемого топлива. Сами форсунки впрыскивают топливо по команде контроллера блока EDC, посредством встроенных в них магнитных соленоидов, активация которых, происходит с блока управления.

Особенностью системы Common Rail стало использование аккумуляторного узла, который содержит распределительный трубопровод, линии подачи топлива и форсунки. ЭБУ по заданной программе передает управляющий сигнал к соленоиду форсунки, которая подает топливо в камеру сгорания двигателя. Использование здесь принципа разделения узла, создающего давление, и узла впрыскивания обеспечивает повышение точности управления процессом сгорания, а также увеличение давления впрыскивания

Устройство системы

Common Rail состоит из трех основных частей: контура низкого давления, контура высокого давления и системы датчиков. В контур низкого давления входят: топливный бак, подкачивающий насос, топливный фильтр и соединительные трубопроводы.

Контур высокого давления состоит из насоса высокого давления (заменяющего традиционный ТНВД) с контрольным клапаном, аккумуляторного узла высокого давления (рампы) с датчиком, контролирующим в ней давление, форсунок и соединительных трубопроводов высокого давления. Аккумуляторный узел представляет собой длинную трубу с поперечно расположенными штуцерами для подсоединения форсунок и выполнен двухслойным.

Электронный блок управления Common Rail получает электрические сигналы от следующих датчиков: положения коленвала, положения распредвала, перемещения педали «газа», давления наддува, температуры

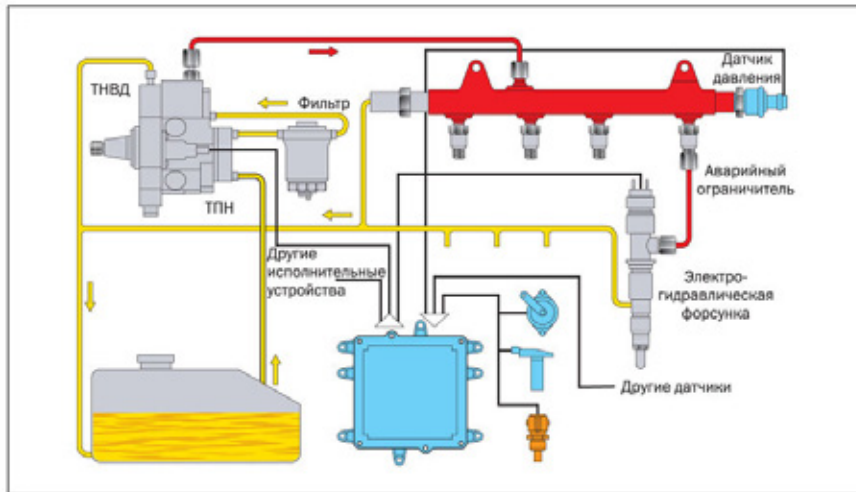


Рис. 1. Принципиальная схема системы CRDI

воздуха, температуры охлаждающей жидкости, массового расхода воздуха и давления топлива. ЭБУ на основе полученных сигналов вычисляет необходимое количество подаваемого топлива, дает команду на начало впрыска, определяет продолжительность открытия форсунки, корректирует параметры впрыска и управляет работой всей системы.

В контуре низкого давления подкачивающий насос засасывает топливо из бака, пропускает его через фильтр, в котором задерживаются загрязнения, и доставляет его к контуру высокого давления.

В контуре высокого давления насос высокого давления подает топливо в аккумуляторный узел, где оно находится при максимальном давлении 135 Мпа с помощью кон-

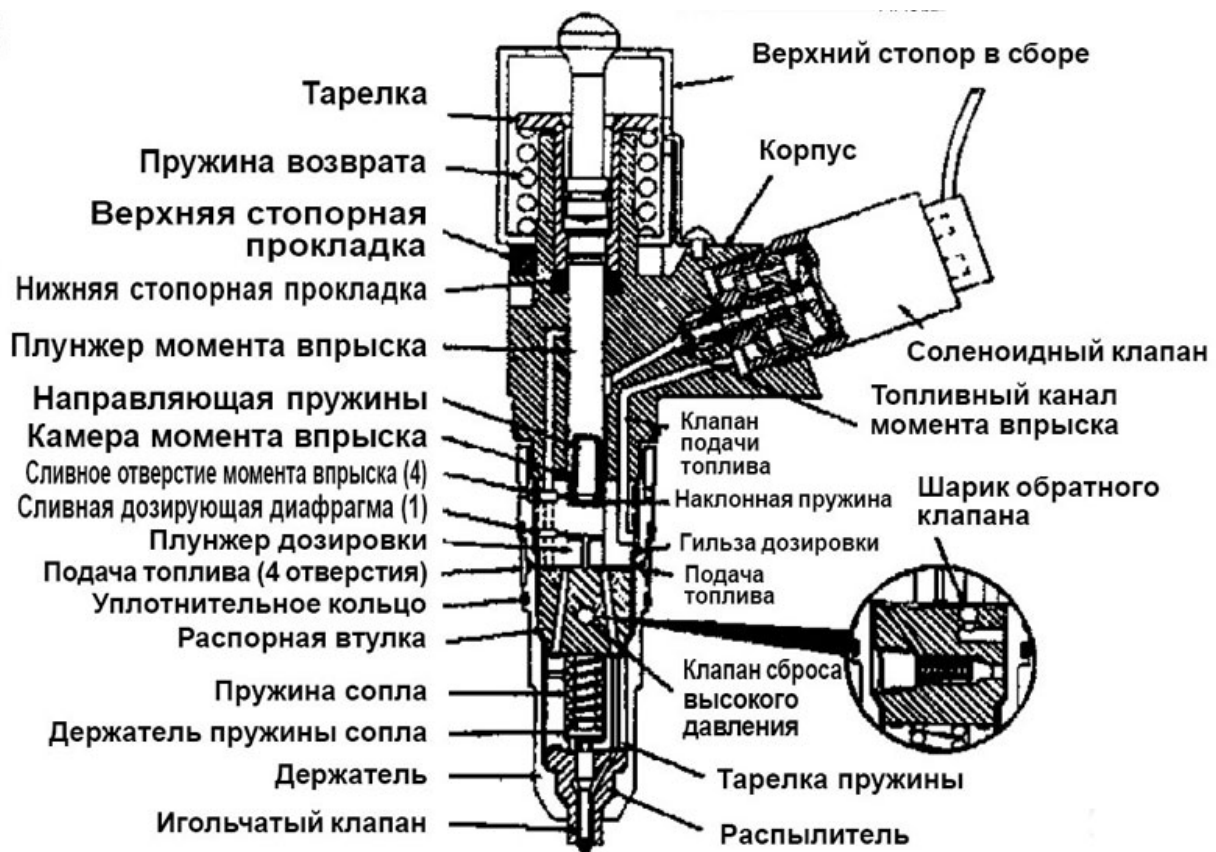


Рис. 2. Устройство форсунки

трольного клапана. Если контрольный клапан насоса высокого давления открывается по команде ЭБУ, топливо от насоса по сливному трубопроводу поступает в топливный бак. Каждая форсунка соединяется с аккумуляторным узлом отдельным трубопроводом высокого давления, а внутри форсунки имеется управляющий соленоид (электромагнитный клапан).

При получении электрического сигнала от ЭБУ, форсунка начинает впрыскивать топливо в соответствующий цилиндр. Впрыск топлива продолжается, пока электромагнитный клапан форсунки не отключится по команде блока управления, который определяет момент начала впрыска и количество топлива, получая данные от датчиков и анализируя полученные значения по специальной программе, заложенной в памяти компьютера.

Кроме того, блок производит постоянный контроль работоспособности системы. Поскольку в аккумуляторном узле топливо находится при постоянном и высоком давлении, это дает возможность впрыска небольших и точно отмеренных порций топлива. Появилась возможность впрыска предварительной порции топлива перед основной, что дает возможность значительно улучшить процесс сгорания.

Форсунки CRDI.

Форсунки включаются по команде контроллера — блока EDC (ЭБУ) посредством магнитного соленоида или пьезоэлемента. Гидравлическая сила давления позволяет открывать и закрывать форсунку, однако активация происходит с блока управления. Если форсунка с пьезокристаллом, то в ней под влиянием магнитного поля кристалл увеличивается в своих физических размерах, мгновенно изменяя гидравлическое равновесие внутри форсунки и тем самым поднимая иглу. В форсунке типа Piezo Inline кристалл находится близко к игле и поэтому в нем не используется механических деталей для поднятия иглы. В ранних системах применялся двойной впрыск — пилотный и основной для предотвращения детонации. В современных системах используется до семи фаз впрыска, в самых современных с поддержкой стандарта Евро 6 и до девяти. Каждая форсунка производится и тестируется в лаборатории, где ей присваивают определенный код по измеренным данным её работы. После замены форсунок код должен быть прописан в память блока управления с помощью сканера.

Цепно-полевой подход к анализу переходных процессов в системе «индуктор — электропроводная поверхность»

Захаренко Владимир Андреевич, доктор технических наук, профессор;

Татевосян Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент;

Лукачева Анастасия Александровна, студент

Омский государственный технический университет

Электроимпульсные технологии очистки поверхностей от налипания различных веществ находят широкое применение в строительстве, машиностроении, железнодорожном транспорте, теплоэнергетике и других сферах производственной деятельности. Это связано с необходимостью удаления со стенок и конструктивных элементов оборудования различных материалов (например, сыпучих материалов, накипи и прочных отложений с внутренних поверхностей различного технологического оборудования, снега и наледи с карнизов и кровель домов). За последнее десятилетие предложено большое многообразие схемных и конструктивных решений устройств электроимпульсной технологии очистки поверхностей от промышленных загрязнений, нашедших отражение в научных работах и патентах, опубликованных и зарегистрированных в России и за рубежом [1, 2].

Принцип действия электроимпульсной очистки загрязненных поверхностей (рис. 1) основан на использовании энергии ударной волны в объекте воздействия, образующейся в результате взаимодействия индуцированных в нем вихревых токов с мощным импульсом магнитного поля, созданным электрическим разрядом емкостного накопителя на катушку индуктора. При продолжительности прохождения импульса тока по катушке индуктора в пределах 0,2–1 мс в объекте воздействия выделяется достаточная мощность и генерируется ударная волна, обеспечивающая очистку поверхности от налипших материалов [3].

Электромагнитные процессы преобразования энергии импульсного электрического разряда, происходящие в цепи катушки индуктора и в магнитном поле, индуцирующем вихревые токи в электропроводном объекте, сложным образом связаны между собой и определяют особенности характера протекающего переходного процесса, как в цепи катушки индуктора, так и магнитном поле объекта воздействия.

В данной статье предлагается цепно-полевой подход к решению задачи переходных процессов при электромагнитных взаимодействиях магнитного поля индуктора с индуцированными токами в токопроводной поверхности с использованием комплекса программ Elcut 6.0 (профессиональная версия).

В качестве базовой конструкции индуктора электроимпульсной установки (рис. 2) используется однослойная дисковая катушка с внешним диаметром D , намотанная в виде спирали медной шиной на узкое ребро и круглый изоля-



Рис. 1. Структурная схема электроимпульсной установки

ционный цилиндр диаметром d . Электропроводная поверхность представляет собой алюминиевый диск диаметром D и толщиной h , расположенный в непосредственной близости к торцевой поверхности индуктора на расстоянии δ , который полностью закрывает собой витки. К дисковой катушке в соответствии со структурной схемой рис 1 через тиристорный коммутатор подключается предварительно заряженный до напряжения U источника питания емкостной накопитель (конденсатор) емкостью C .

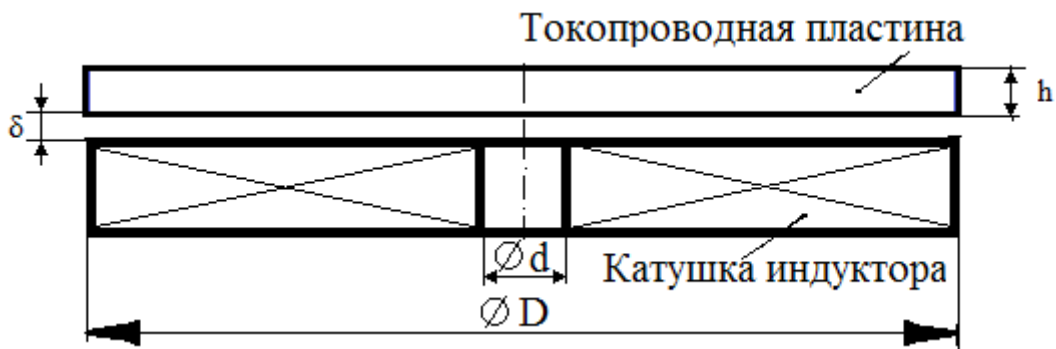


Рис. 2. Система: катушка индуктора — токопроводящая пластина

1. Решение задачи расчета магнитного нестационарного поля электроимпульсной установки позволяет оценить эффективность электромагнитных взаимодействий и состоит из следующих стадий:

Задание исходных данных для расчёта магнитного нестационарного поля, в качестве которых используются основные геометрические размеры индуктора и число витков катушки, толщина алюминиевого диска, расстояние между диском и поверхностью катушки индуктора, ёмкость конденсатора, начальное значение напряжения на конденсаторе в момент коммутации.

2. Принятие допущения об осесимметричном характере нестационарного магнитного поля катушки индуктора, вследствие осевой симметрии базовой геометрии магнитной системы индуктора — токопроводящая поверхность, а также математическая постановка решения задачи расчета нестационарного магнитного поля.

Математическая формулировка осесимметричной задачи расчета поля сводится к преобразованию уравнений Максвелла и получению уравнения относительно векторного магнитного потенциала в цилиндрической системе координат

$$\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{\mu_p} \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (rA) \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{\mu_p} \frac{\partial}{\partial z} A \right) - \gamma \frac{\partial A}{\partial t} = -\mu_0 \cdot j_{кат.}, \tag{1}$$

где $A = A_\theta$ — векторный магнитный потенциал, имеющий также как вектор плотности тока $j_{кат.} = j_\theta$ одну составляющую, перпендикулярную плоскости zr расчетной модели; p — число линейных изотропных кусочно-

однородных подобластей расчетной модели, на которые разбивается магнитное поле с постоянной относительной магнитной проницаемостью среды $\mu_p = \text{const}$.

Плотность индуцированных вихревых токов в алюминиевом диске определяется из уравнения

$$\dot{J}_{\text{вихр.}} = -\gamma_{\text{диск}} \frac{\partial A}{\partial t} \quad (2)$$

Электрическое состояние цепи при разряде предварительно заряженного конденсатора до напряжения источника питания на катушку индуктора описывается уравнением

$$i \cdot R_{\text{кат.}} + \frac{d\psi_{\text{кат.}}}{dt} + \frac{1}{C} \int i \cdot dt = 0, \quad (3)$$

где $\psi_{\text{кат.}}$ — полное потокоцепление катушки индуктора, изменяющееся во времени при переходном процессе; $R_{\text{кат.}}$ — активное сопротивление катушки.

Объединение уравнений (1) — (3) в систему для совместного решения с учетом заданных граничных и начальных условий основывается на построении расчетной модели нестационарного магнитного поля в комплексе программ Elcut (рис. 3) с присоединенной электрической цепью (рис. 4).

При построении геометрии модели (рис. 3) принята единица длины — миллиметры. Внешние границы расчетной модели расположены таким образом, чтобы имитировать бесконечное удаление (отсутствие изменения поля в нормальном направлении к границе). Расчетная область ограничена прямоугольником размерами 50 мм × 80 мм. На границе расчетной области принимается условие $\mathbf{rA}_0 = 0$. Выделенные метки объектов (воздух, катушка, токопроводная пластина) характеризуются следующими физическими свойствами: относительная магнитная проницаемость воздуха, меди и алюминия $\mu = 1$; электропроводность медного провода катушки индуктора $\gamma_{\text{кат.}} = 5,7 \cdot 10^7$ 1/Ом·м и алюминиевого диска $\gamma_{\text{диск.}} = 3,2 \cdot 10^7$ 1/Ом·м.

На рис. 4 заряд конденсатора емкостью 150 мкФ производится от импульсного источника напряжения. Продолжительность импульса напряжения заряда конденсатора до напряжения 1000 В составляет 0,5 мс.

Для решения задачи нестационарного магнитного поля системы катушка индуктора — токопроводная поверхность область моделирования покрывается сеткой из конечных треугольных элементов. При автоматическом шаге дискретизации расчетная область покрывается сеткой из конечных элементов, содержащей 9634 узлов. При временных параметрах моделирования интегрирования по времени с нуля до 5,5 мс с шагом 10 мкс время расчета переходного процесса составляет 38 минут. Решение задачи запоминается каждые 10 мкс, начиная с момента времени 4,9 мс.

Расчётная картина силовых линий магнитного поля системы катушка индуктора — токопроводная пластина в момент прохождения максимума тока через катушку индуктора при разряде конденсатора показана на рис. 5 А.

Направление обхода контура в области катушки (рис. 5 Б), занятой током, позволяет с помощью интегрального калькулятора пакета Elcut определить магнитодвижущую силу (МДС) катушки по закону полного тока и построить график временной зависимости ампервитков при переходном процессе.

Обход контура на рассчитанной картине магнитного поля в области токопроводной пластины (рис. 6 А) позволяет с помощью интегрального калькулятора пакета Elcut построить временную зависимость индуцированных вихревых токов при переходном процессе, представленную на рис. 6 Б.

По результатам решения задачи в пакете Elcut максимум силы (пондеромоторной силы) электромагнитного взаимодействия магнитного поля, созданного ампервитками катушки индуктора с вихревыми токами, индуцированными в токопроводной пластине, приходится на максимум тока в электрической цепи при переходном процессе и составляет 6100 Н.

Использованный для решения задачи нестационарного магнитного поля системы катушка индуктора — электропроводная пластина в пакете Elcut 6.0 (профессиональная версия) цепно-полевой подход позволяет определить основные параметры и временные характеристики исследуемого физического процесса, связанного с электроимпульсной технологией очистки поверхностей.

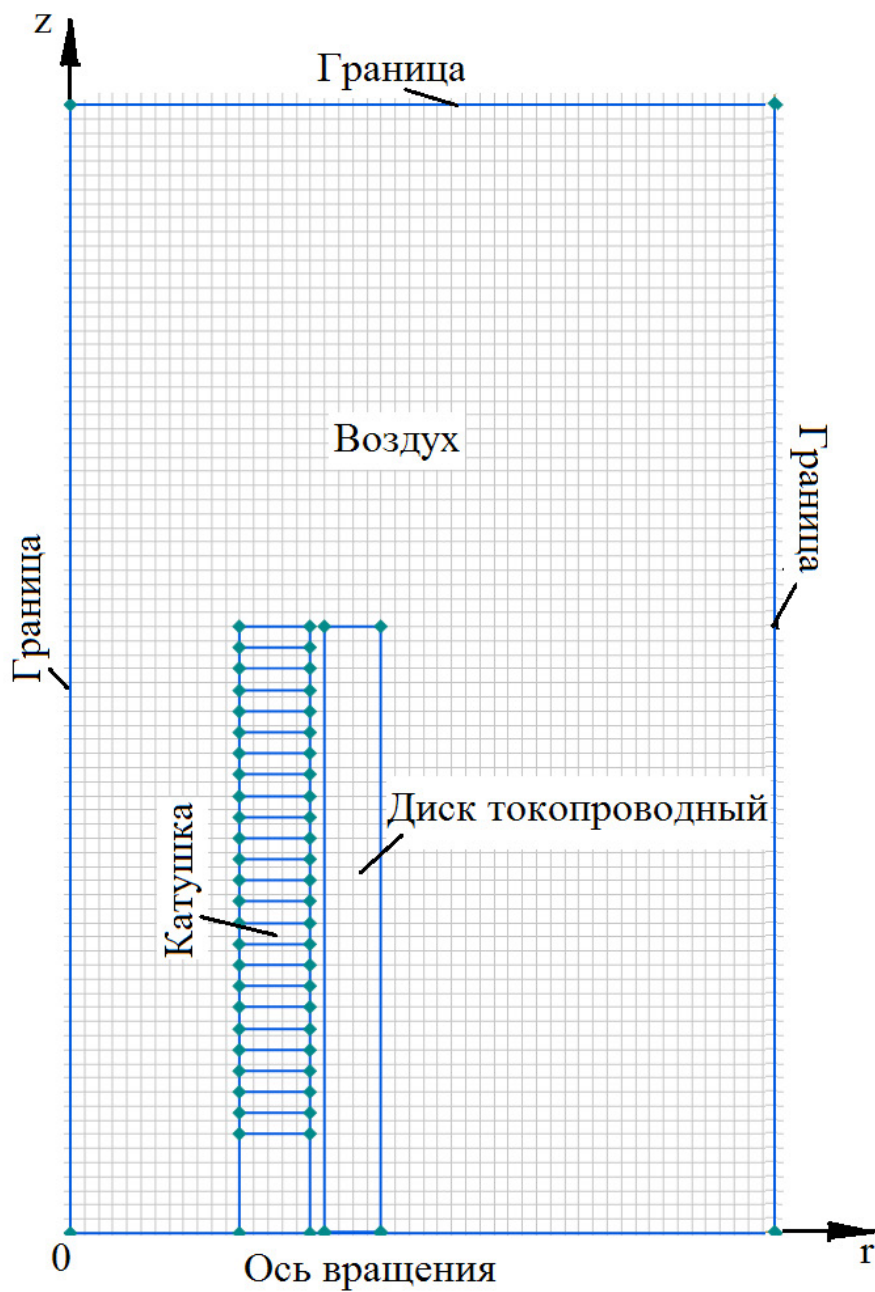


Рис. 3. Геометрия модели в окне пакета Elcut

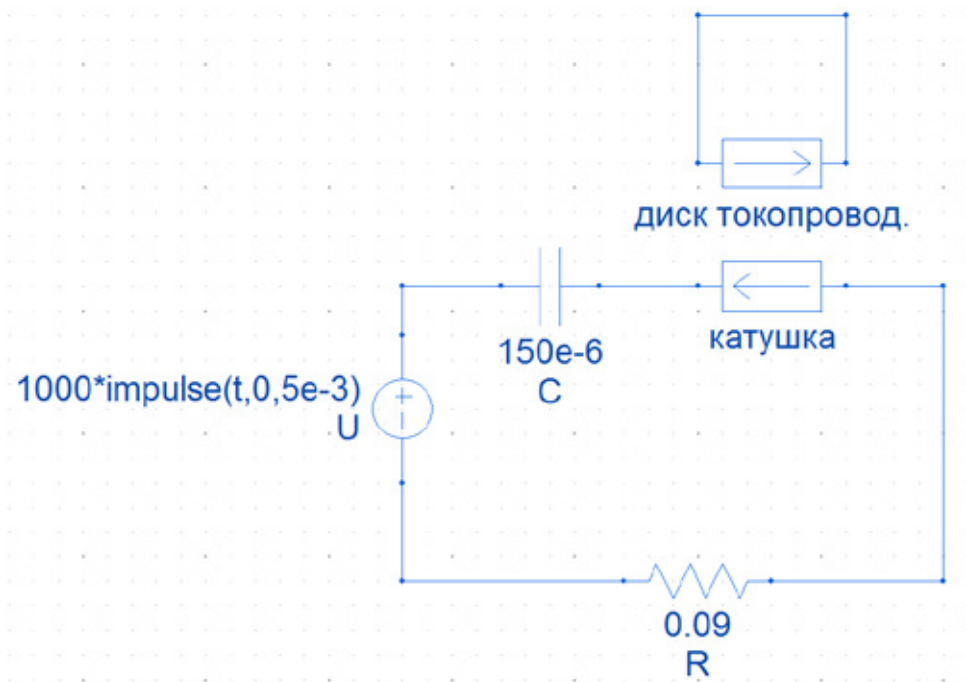
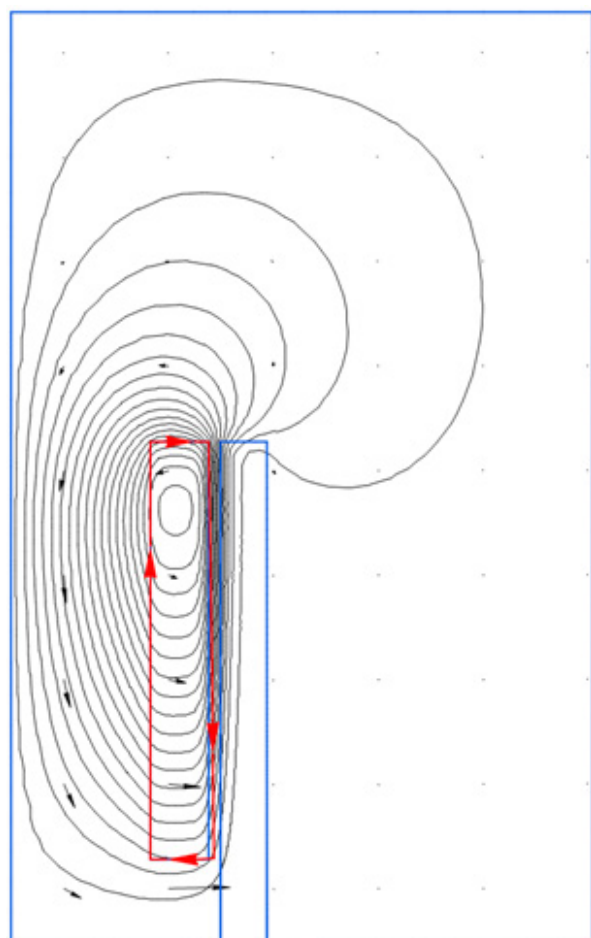
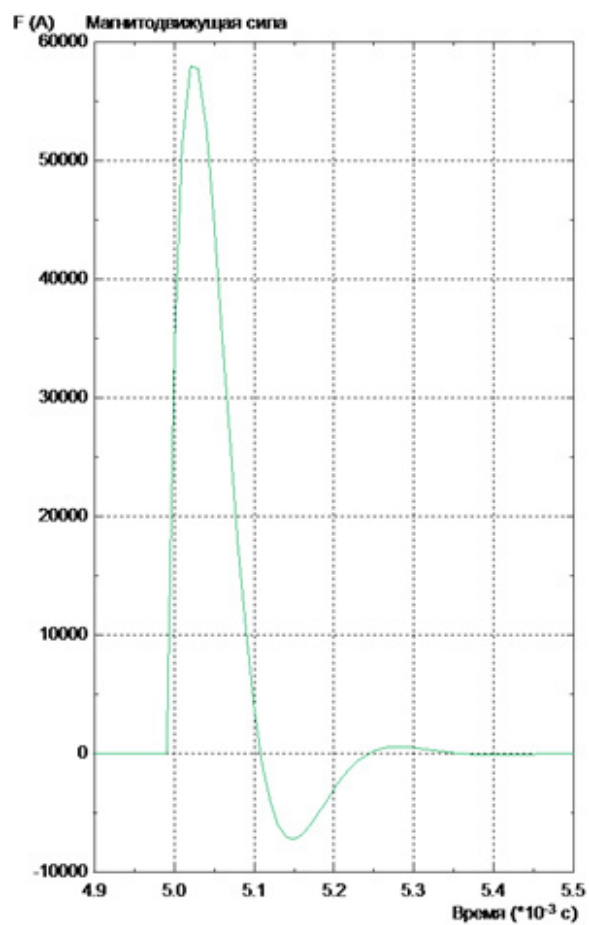


Рис. 4. Изображение электрической цепи в окне пакета Elcut

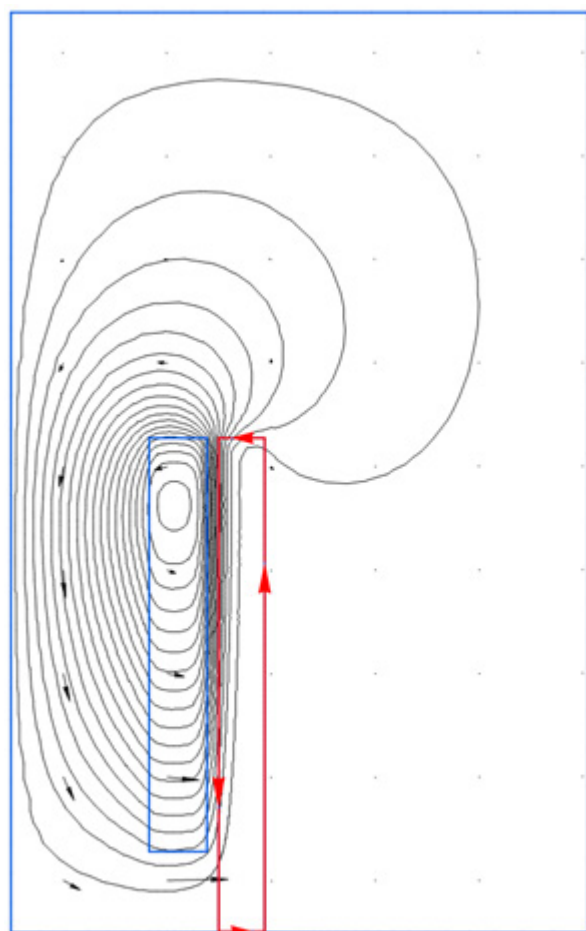


А

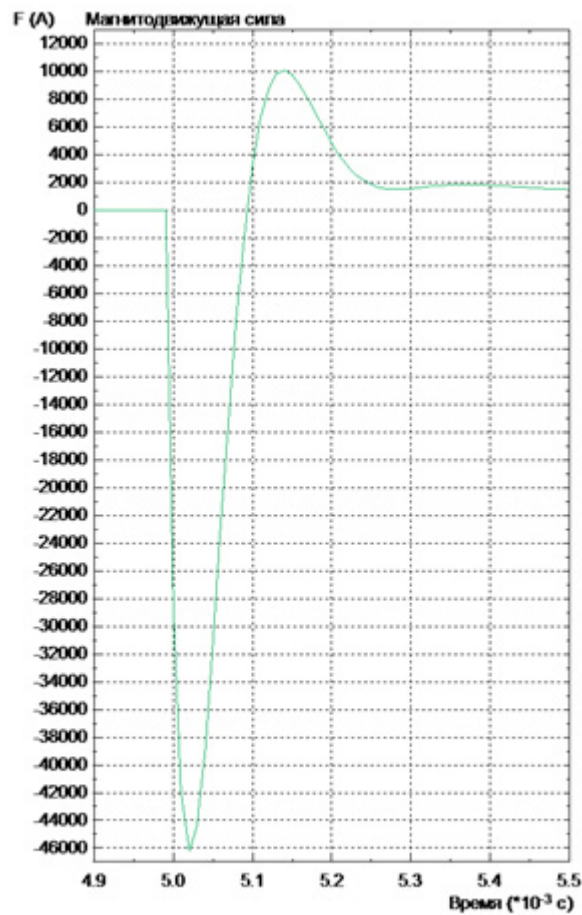


Б

Рис. 5. А — Картина магнитного поля. Б — Изменение МДС катушки индуктора во времени



А



Б

Рис. 6. Применение закона полного тока к определению мгновенных значений индуцированных вихревых токов в токопроводящей пластине (а) и их временная зависимость при переходном процессе (б)

Литература:

1. Патент № 2096269. Способ удаления отложений, преимущественно льда, с очищаемой поверхности обшивки и устройство его осуществления/ И. А. Левин — № 4671256/11 Заявл. 13.04.1989; Опубл. 20.11.1997.
2. Patent № US5129598 A. Attachable electro-impulse de-icer/ Lowell J. Adams, Norbert A. Weisend, Jr., Thomas E. Wohlwender — Appl. No: 07/455,129; Filed: December 22, 1989.
3. Шильников, П. Ю. Электроимпульсная очистка поверхностей / П. Ю. Шильников, В. А. Захаренко. — с. 254–255. Россия молодая. — 2013.

Создание оптимальных тепловых условий в теплицах в зимний период

Калинина Таисия Олеговна, студент;
Полякова Вера Юрьевна, студент;
Кичин Кирилл Витальевич, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Ключевые слова: теплица, отопление, воздушное отопление, калорифер, тепловая пушка, электрический конвектор, система газового отопления, ИК отопление, кабельный обогрев, водяное отопление, ИК излучатель, почвенный обогрев, конвекция

Отопление теплицы является одним из важнейших элементов для выращивания различных культур в зимний период, так как помогает соблюсти определенный температурный режим, столь важный для растений, и снять 2–3 урожая в год. Для создания и поддержания такого режима, особенно в северных регионах, требуется качественное отопительное оборудование. Если система отопления теплицы подобрана верно, правильно смонтирована и отвечает всем требованиям для успешного выращивания сортов, то это поможет собрать урожай, максимально возможный для данных климатических условий.

Систему отопления для теплицы выбирают, руководствуясь многими факторами, такими как: желаемый микроклимат, потребность в определенном количестве тепла для выращиваемых сортов, мощность системы освещения (так как это дополнительный источник тепла). Не стоит забывать, что тепло также выделяется органическими удобрениями, приносимыми в почву.

Обычно стенки теплиц изготавливаются из прозрачных материалов, обладающих более низкой способностью

удерживать тепло, чем, к примеру, кирпичная стена, поэтому **важно, чтобы система отопления рассчитывалась исходя из типа покрытия теплицы:** пленочные теплицы требуют больших затрат тепла на обогрев внутреннего пространства, чем теплицы из поликарбоната. Это обуславливается тем, что данный материал обладает неплохими теплоизоляционными свойствами по сравнению с полистиролом или полиэтиленом. Для уменьшения расходов на отопление теплицу желательно располагать в солнечном, защищенном от ветра месте, так как, в среднем, энергозатраты на обогрев теплицы площадью примерно 1га достигают до 250 Вт на метр квадратный.

При выборе системы отопления также, безусловно, учитываются технико-экономические показатели.

Существует несколько вариантов систем обогрева, каждому из которых присущи как свои достоинства, так и свои недостатки.

1) Воздушное отопление.

Воздушное отопление теплицы является очень распространенным вариантом обогрева, при котором в качестве теплоносителя используется воздух.

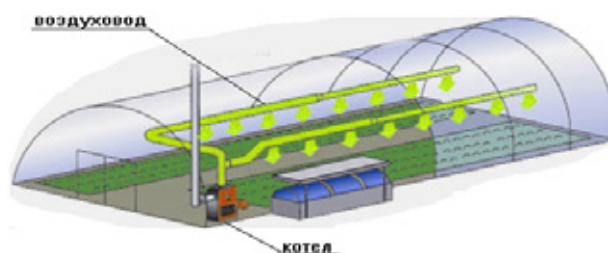


Рис. 1. Схема воздушного отопления с воздуховодами

Самым важным его преимуществом считается скорость прогрева внутреннего пространства теплицы: в отличие от водяного отопления, воздушное отопление позволяет получить необходимую температуру в помещении всего за несколько минут.

Но также этот способ имеет существенный недостаток, непосредственно вытекающий из данного преимущества. Чем быстрее прогревается воздух в теплице после запуска системы отопления, тем быстрее падает температура после ее остановки [4]. Связано это с тем, что воздух

имеет намного меньшую теплоемкость, чем жидкость, находящаяся в водяной системе отопления.

При остановке котла для подогрева теплоносителя в теплицах с водяным отоплением, жидкость еще долгое время отдает тепло в помещение посредством труб или радиаторов, при воздушной же схеме, распространение тепла прекращается сразу после остановки оборудования.

Для подачи и подогрева воздуха в помещение теплицы могут использоваться такие элементы системы как электрические калориферы, тепловые пушки и конвекторы.

Применение первых является не слишком удобным решением, так как, при отсутствии какой-либо циркуляции, объем воздуха в теплице будет прогреваться неравномерно, что приведет к образованию излишне перегретой зоны возле **калорифера**. Удаленная же часть помещения может остаться и вовсе непрогретой. Для устранения такой проблемы, то есть для образования воздушных потоков, используют вентиляторы, работа которых, однако, приводит к обратному эффекту — охлаждению. Здесь присутствует еще пара отрицательных моментов: расходы на электроэнергию для поддержания необходимой температуры существенно возрастают, увеличивается объем оборудования.

Тепловая пушка состоит из мощного вентилятора и нагревательного элемента, расположенного позади него. Выходя под большим напором, нагретый воздух может

распространяться на большое расстояние, при этом температура в теплице поднимется очень быстро. Прибор можно подобрать в соответствии с размером и конфигурацией отапливаемого помещения: производятся они различной мощности, могут быть как подвесными, так и напольными. Количество точек для установки определяется исходя из мощности, получаемой температуры на выходе и площади теплицы.

Кроме большого потребления электричества, обогрева тепловыми пушками имеет еще несколько важных недостатков:

— Нагревательный элемент сжигает кислород и делает воздух в помещении сухим;

— Из-за высокой температуры выходящего воздуха приходится размещать оборудование подальше от растений.



Рис. 2. Пример размещения тепловой пушки в помещении

Электрический конвектор состоит он из кожуха с отверстиями, нагревательного элемента и термостата. По своему строению он похож на тепловую пушку, но в отличие от нее конвекция естественная: подача воздуха внутрь кожуха и из него происходит не принудительно посредством вентилятора, а, затягиваясь снизу, теплоноситель согревается и выходит через верхние отверстия. Прогрев помещения до нужной температуры происходит сравнительно медленнее, но такой способ не приводит к большим потерям кислорода. Могут применяться конвекторы на твердом топливе.

Еще один способ воздушного обогрева — **система газового отопления**, состоящая из газопровода, подводящего газ, регулирующей системы, автоматических контрольно-измерительных приборов безопасности пользования газом. При данной схеме воздух подогревается теплогенератором в определенном месте, а после распределяется по системе воздуховодов. Нагревание воздуха также может происходить посредством его нагнетания между стенками котла и топкой.

Для равномерного подогревания грунта, по периметру помещения укладывается полиэтиленовый перфорированный рукав, по которому поступает теплый воздух.

Преимуществом данного способа является быстрый прогрев теплицы любой площади, но при этом приходится

постоянно следить за влажностью в теплице, так как это может быть губительным для некоторых растений.

2) Система инфракрасного отопления теплиц.

В основном, такая система является электрической, при работе которой нагревается не сам воздух, пересушиваясь при этом, а предметы, на которые попадают лучи. После, нагретые грунт, конструктивные элементы и сами растения отдают тепло в окружающую среду. Таким образом, по принципу своей работы система напоминает обогрев солнечными лучами. В состав оборудования системы инфракрасного отопления теплиц входят лишь сами инфракрасные обогреватели и терморегуляторы для автоматического поддержания постоянной температуры, выбросов продуктов сгорания в окружающую среду не происходит за исключением котла.

Так как такой как электричество является самым дорогостоящим способом обогрева, то в данный момент набирает популярность **пленочная система отопления ПЛЭН, которая считается более экономичной**, в то время как обогреватели типа ТЭН считаются менее эффективным и приводят к большим энергозатратам.

Инфракрасное излучение совершенно безвредно для людей и растений. Оно поможет создать комфортные условия для разных видов растений особенно для молодых посадок. Так как у них еще не сильно развита крона, то ИК

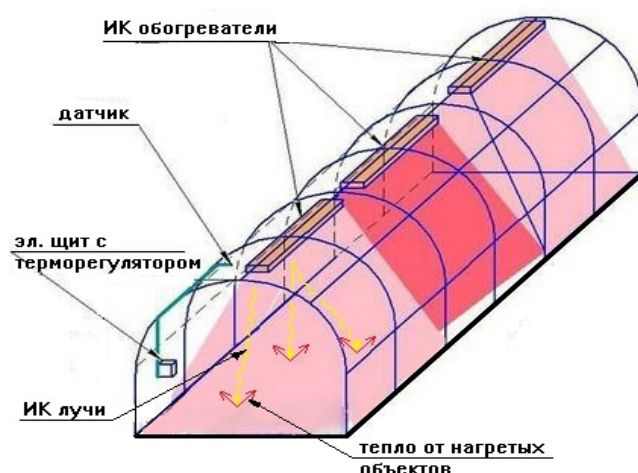


Рис. 3. Схема работы ИК обогревателей

лучи, попадая на большую площадь грунта, способствуют более равномерному распределению тепла.

Аналогами бытовых **ИК обогревателей**, являются промышленные, **работающие на газе**. Они характеризуются более высокими показателями тепловой мощности: в зависимости от модели газовые приборы в 2–6 раз мощнее электрических, что позволяет им обогревать помещения большей площади при меньшем количестве оборудования.

Сторонники такого способа отопления находят множество положительных моментов, связанных с ее применением:

- Эффективное распределение тепла внутри помещения (при отсутствии густого растительного многоярусного покрова) из-за нагревания окружающих предметов;

- Не нужна искусственная конвекция для предотвращения образования зон с разными температурами, так как основная нагретая зона располагается внизу;

- Экономный расход энергоносителей, благодаря непостоянной работе инфракрасных обогревателей, если система оснащена терморегулятором, который контролирует тепловой режим;

- Не образуются сквозняки (к которым могут быть крайне чувствительны некоторые сорта) в результате отсутствия движения воздуха из-за перепада температур.

- Высокий КПД (90%);

- Возможность поднять за короткий промежуток времени температуру в теплице (тепло начинает появляться менее чем через 30 секунд);

- Не происходит скопления теплого воздуха в верхней части помещения, как при обычном нагреве пространства, следовательно, меньше энергии тратится чтобы достичь оптимальной температуры для растений в нижней зоне и покрыть затраты на нагрев окружающих предметов;

- Исключено просушивание воздуха, что позволяет получать урожай на 30–40% больше, чем при использовании других видов отопления;

- При попадании на почву ИК лучи прогревают ее на глубину 50–70 мм и разогревают ее до 25–28 °С, тем самым крайне положительно сказываясь на всхожести растений. Впоследствии корневая система растений находится в самых комфортных условиях для роста и питания;

- (при прогреве почвы до указанного значения, температура воздуха не превышает 20–22 °С).

Такие обогреватели можно расположить у дверей и окон, в местах с пониженной тепловой изоляцией, за счет чего происходит снижение теплопотерь. Таким образом, при правильном подборе и использовании инфракрасных обогревателей удастся сэкономить около 40% электричества (от общей суммы энергозатрат при обычном расположении излучателей вдоль центральной оси). Для обогрева пространства 15 кв. метров достаточно одного инфракрасного обогревателя мощностью 1 кВт в зимний период.

Недостатками данных приборов являются:

- высокая стоимость оборудования;

- при густом листовном покрове лучи не доходят до почвы, происходит перегрев верхней части, причем стебель и нижние ярусы листьев не прогреваются. Корневая система не получает нужного количества тепла.

3) Система водяного отопления.

Как видно из названия, теплоносителем в такой системе является вода, которая циркулирует по замкнутому контуру, состоящему из труб. Составными ее компонентами являются: водонагревательный котел, трубы, иногда радиаторы и автоматика, такая как термостаты и датчики. Принцип действия водяного отопления заключается в том, что теплоноситель, выходя из котла и проходя по трубам с помощью циркуляционного насоса, отдает тепло в грунт и пространство теплицы, а после снова поступает в котел для нагрева. Такая система считается традиционной.

Число труб можно регулировать и располагать в несколько ярусов для более эффективного обогрева всего помещения. Таким образом, система водяного отопления обеспечивает равномерное распределение тепла, что по-

ложительно влияет на растения. В теплице устанавливается и поддерживается оптимальный микроклимат, при котором не происходит сушки воздуха, как это наблюдается при некоторых способах отопления. А большее количество труб позволяет снизить температуру нагрева теплоносителя.

Обязательно следует предусмотреть систему прогрева грунта, расположенную на глубине более 40 см, так как прогревание почвы не только уменьшает сроки вегетации растений, но и поднимает урожайность культур. При монтаже системы полиэтиленовые трубы укладывают с шагом не менее 20 см на дренирующий слой (толщиной 10–30 см). Например, при использовании промытого и уплотненного песка толщина подушки составляет 10–15 см.



Рис. 4. Схема водяного отопления

Чтобы предотвратить теплопотери через фундамент, нужен слой теплоизоляционного влагостойкого материала, такого как пенополистирол. Дополнительной гидроизоляцией может служить полиэтиленовая пленка, уложенная поверх теплоизоляции.

Также нужно учитывать, что такие материалы, как сталь, не подходят для подпочвенного обогрева из-за коррозии металла, которая в считанные месяцы может разрушить и вывести из строя систему отопления. Для таких целей разумнее использовать высококачественные трубы из сшитого полиэтилена.

Недостатками водяного отопления для теплиц являются:

- Сложность монтажа системы труб;
- Необходимость постоянного контроля особенно подпочвенной части;

Несмотря на это, эксплуатационные расходы на обогрев будут небольшими по сравнению с электрическими системами. Система может работать от котла, используя более дешевое топливо, такое как газ.

Также огромным плюсом является одновременный обогрев воздуха и грунта. Тогда как обычное радиаторное отопление или обогрев теплиц воздухом (без почвенного подогрева) ведет к большим энергозатратам и, как следствие, менее выгодно в экономическом плане.

Это будет способствовать равному прогреву толщи грунта и предотвращать пересушивание. Сверху насыпают примерно 40 см плодородного грунта. Для регулировки температуры в трубах на различных уровнях желательно использовать специальное оборудование, так как для того, чтобы корневая система растений не пересыхала, в нижнем контуре температура воды не должна превышать 40°C, а в надпочвенном ярусе, который отвечает за прогревание воздуха, устанавливают температуру 70–80°C. Таким образом, если дополнить систему подогрева почвы блоком автоматического управления, то можно будет обеспечить температурные режимы, соответствующие разным этапам развития растений, что увеличит скорость роста и повысит урожайность.

4) Кабельный обогрев, называемый также системой «теплого пола».

В данном случае при заложении на фундамент теплицы закрепляется электрический контур. Это могут быть как карбоновые ленты с нитью накаливания, забранные с двух сторон в пленку, так и обогревательные кабели, используемые для теплых полов. Такая система практически не занимает пространства постройки и при этом обеспечивает неплохой подогрев прогрет воздуха и почвы.

Также кабель, уложенный змейкой, может укладываться на слой песка и сверху засыпаться растительным грунтом. Предотвратить потери тепла вниз можно с помощью слоя теплоизолирующего материала, который должен быть устойчив к воздействию влаги и механическим нагрузкам.

Подобные нагревательные элементы дают совсем небольшую температуру, до 60 градусов, но и электричества при этом потребляют меньше иных электрических систем. К тому же, будет достаточно и меньшей мощности (температуры нагревания), так как корни растений не переносят температуру выше 30°C.

Также положительными аспектами при выборе такой системы отопления являются: небольшие затраты на установку, экономичность эксплуатации, простоте управления,

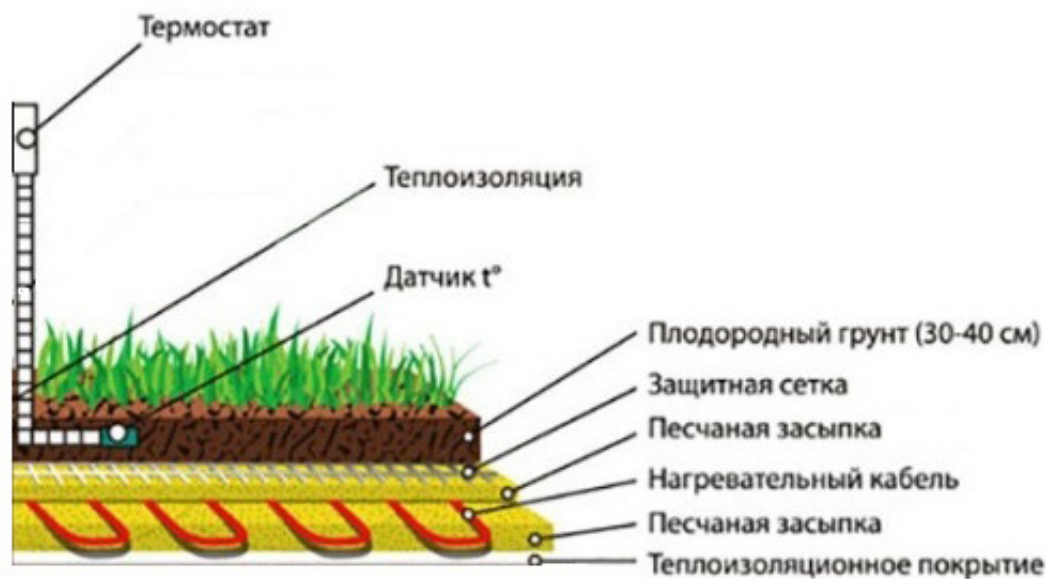


Рис. 5. Устройство кабельного отопления

возможность автоматического контроля температуры и равномерное распределение тепла в толще грунта.

Основных недостатков два:

— В случае эксплуатации теплицы в зимний период необходимо использовать дополнительные системы для обогрева воздушного пространства;

— При повреждении в одной точке, выходит из строя вся система, тогда как это бы не помешало инфракрасной ленте эффективно функционировать далее.

5) Комбинированный способ отопления.

В регионах, где температура воздуха в зимнее время может опуститься ниже -20°C , следует применять комбинированную систему отопления. Например, в дополнение к кабельному отоплению подключают и воздушное отопление. Воздушный теплогенератор разогревает воздух до температуры примерно 40°C , впоследствии теплоноситель равномерно распределяется по всей теплице при помощи сети воздуховодов, расположенных по ее периметру на высоте 2,5 метра, тогда как кабель осуществляет подогрев корневой системы.

Применение нескольких схем дает возможность моментально отреагировать на изменение эксплуатационных условий, изменить температуру в определенном месте или просто обеспечить экономичный расход того или иного энергоресурса. Минусы одного способа обогрева могут успешно перекрываться преимуществами другого, обеспечивая при этом эффективный и сбалансированный обогрев помещения.

Выводы.

Чтобы сделать отопление теплицы рациональным, создать комфортные условия для роста растений, особенно зимой, следует выбрать такой его вид, который обеспечит полноценный обогрев грунта и воздуха. Самым оптимальным решением на данный момент является использование водяного отопления, которое, благодаря возмож-

ности располагать трубы на разных ярусах, а так же под корневыми системами растений, способно обеспечить максимально комфортные условия, несмотря ни на густоту растительного покрова, ни на стадию роста. Подпочвенный подогрев позволяет снизить затраты на обогрев воздушного пространства, так как сама почва будет равномерно передавать тепло в воздушное пространство.

Таким образом, возникает множество вопросов об эффективности передачи тепла грунтом: как лучше подобрать слои, чтобы и корневая система и сами растения чувствовали себя наилучшим образом, как такие материалы, как влажный керамзит, влияют на распространение тепла в почве и влажность в помещении, способствуют ли подобные включения не только улучшению влажностного режима, но и теплового.

В настоящее время на базе кафедры «Гидравлика» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого проводится исследование на тему «Создание оптимальных тепловых условий в теплицах и оранжереях», которое поможет дать ответы на данные вопросы.

Для достижения цели будут решаться следующие задачи:

- Расчет коэффициента теплопроводности мокрого керамзита;
- Расчет времени распространения тепла в грунте и за его границы;
- Нахождение зависимости времени нагревания окружающей среды от типа грунта, через который оно будет проводиться;
- Сравнение полученных результатов с иными способами отопления.

Решение данных вопросов позволит выявить оптимальный способ отопления в зимний период, создать идеальный микроклимат и собрать наибольший урожай.

Литература:

1. Акимцев, В. А. Разработка системы автоматического регулирования климатических параметров в помещении: бакалаврская работа: 02.03.03 / В. А. Акимцев; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. — СПб., 2016. — 48 с.
2. Пленочные теплицы. Режим доступа: <http://parnikiteplicity.ru/ustrojstvo/teplicity-plenochnye.html>
3. Морозова, М. П. Поликарбонатные листы Macrolux и Newlite / М. П. Морозова, К. И. Стрелец // Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Межвузовская научно-техническая конференция, Неделя науки (33; 2004; Санкт-Петербург). — СПб., 2005. — с. 110.
4. Теплица из пленки своими руками — основные тонкости сборки и использования покрытия. Режим доступа: <http://parnik-teplitsa.ru/teplica-iz-plenki-svoimi-rukami-69>
5. Как сделать отопление в теплице: выбираем экономичную систему. Режим доступа: <http://obogreem.net/otoplenie-zdaniy/dom/otoplenie-teplici.html>
6. Как рассчитать мощность отопления для зимней теплицы. Режим доступа: <http://www.gradaplast.ru/article/kak-rasschitat-moschnost-otopleniya-dlya-zimnej-teplitsy>
7. Чем интересны промышленные газовые инфракрасные обогреватели. Режим доступа: <http://gidotopleniya.ru/spetspromeshhenie/promyshlennye/promyshlennye-gazovye-infrakrasnye-obogrevateli-chem-interesny-8536>
8. Системы отопления теплиц. Режим доступа: <http://dizajn-sada.ru/blagoustrojstvo/stroitelstvo-na-uchastke/otoplenie-teplic/>
9. Как организовать круглогодичное отопление теплицы. Режим доступа: <http://teplicnik.ru/obustrojstvo/otoplenie-teplic.html>

Исследование времени простоя автомобиля в ожидании погрузки на примере контейнерного терминала ОАО «Новорослесэкспорт»

Ковалев Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент;

Федоров Максим Евгеньевич, магистрант

Волгоградский государственный технический университет

Одной из основных проблем взаимодействия контейнерных терминалов с автомобильным транспортом является простой автомашин в ожидании погрузки. В связи с увеличением объёмов перевалки контейнеров до 6,16 млн. тонн в 2015 году проблема сильнее сказывается на пропускной способности контейнерного терминала. Статья посвящена анализу времени простоя автомобиля в ожидании погрузки на примере контейнерного терминала ОАО «Новорослесэкспорт».

Ключевые слова: контейнер, подвижной состав, автотранспорт

Новороссийские контейнерные терминалы являются важной артерией, соединяющей южные регионы России с крупнейшими мировыми контейнерными потоками. По данным «Росморпорта» Новороссийск входит в 10-ку крупнейших контейнерных терминалов России. Темпы увеличения грузооборота ставят задачи по увеличению производственных мощностей терминалов и, как следствие, сокращению времени операционных циклов.

На данный момент на предприятии применяется несколько технологических схем при погрузке контейнеров на автотранспорт (см. табл. 1;2).

Распределение ожидания погрузки представлено в таблице 3 и на рисунке 3.

Вычисляем статистическое математическое ожидание:

$$M^*(t) = \frac{\sum m_i^* \cdot t_{ei}}{\sum m_i^*} = 8,592 \text{ мин}$$

Находим статистическую дисперсию:

$$D^*(t) = \frac{\sum m_i^* \cdot t_{ei}^2}{\sum m_i^*} - (M^*(t))^2 = 66,591$$

Таблица 1. Технологические операции погрузки контейнера на автотранспорт мостовым краном. (тех. схема № 1)

№ пп	Наименование операции	Марки технических средств	Время операции, мин.
1-2	Маневрирование (Вне территории порта)	Volvo FH + MA3 933060	10
2-3	Оформление документов		5
2-4	Ожидание погрузки		21
4-5	Маневрирование (На территории порта)	Volvo FH + MA3 933060	6
5-6	Погрузка (мостовой кран)	ZPMC	2
6-7	Маневрирование (На территории порта)	Volvo FH + MA3 933060	8
ИТОГО			47

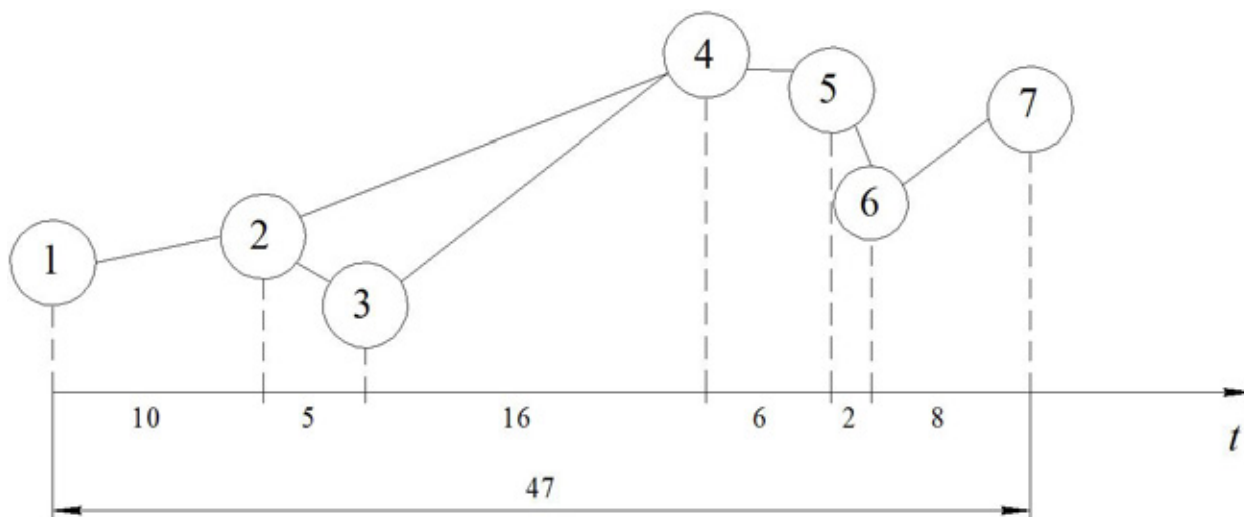


Рис. 1. Технологическая схема № 1

Таблица 2. Технологические операции погрузки контейнера на автотранспорт ричстакером. (тех. схема № 2)

№ пп	Наименование операции	Марки технических средств	Время операции, мин.
1-2	Маневрирование (Вне территории порта)	Volvo FH + MA3 933060	10
2-3	Оформление документов		5
2-4	Ожидание погрузки		13
4-5	Маневрирование (На территории порта)	Volvo FH + MA3 933060	3
5-6	Погрузка (ричстакер + спредер)	SMV SC4123 TB5	1
6-7	Маневрирование (На территории порта)	Volvo FH + MA3 933060	4
ИТОГО			31

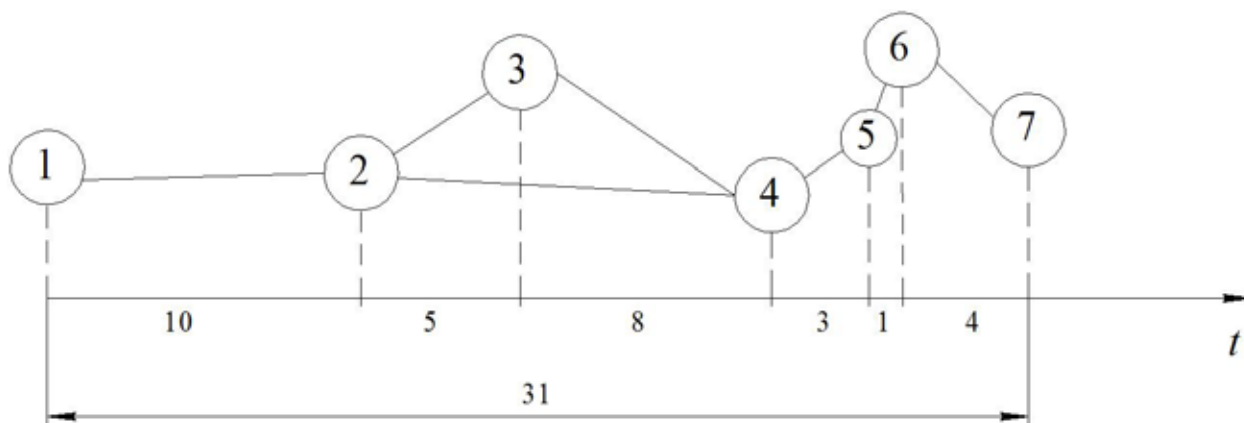


Рис. 2. Технологическая схема № 2

Таблица 3. Статистическая обработка экспериментальных данных

Границы интервалов, $t_i - t_{i-1}$ мин.	Средины интервалов, $t_{ср}$ мин.	Опытные частоты, m_i^*	Опытные частоты, p_i^*	Теоретические вероятности, P_i	Теоретические числа попадания в интервалы m_i	Слагаемые критерия Пирсона $\frac{(m_i^* - m_i)^2}{m_i}$
0–6	3,0	56	0,544	0,506	52,1	0,289
6–12	9,0	23	0,223	0,252	26,0	0,337
12–18	15,0	11	0,107	0,125	12,9	0,273
18–24	21,0	6	0,058	0,062	6,4	0,023
24–30	27,0	3	0,029	0,031	3,2	0,012
30–36	33,0	3	0,029	0,015	1,5	1,370
36–42	39,0	1	0,010	0,008	0,8	0,038
Сумма	-	103	1	1	103	2,249

Определяем статистическое среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma(t) = \sqrt{\frac{N}{N-1} \cdot D^*(t)} = 8,161 \text{ мин}$$

По полученным данным строим гистограмму распределения (рис. 3), на основании которой выдвигаем гипотезу о принадлежности выборки к показательному закону. Проверим гипотезу по критерию Пирсона.

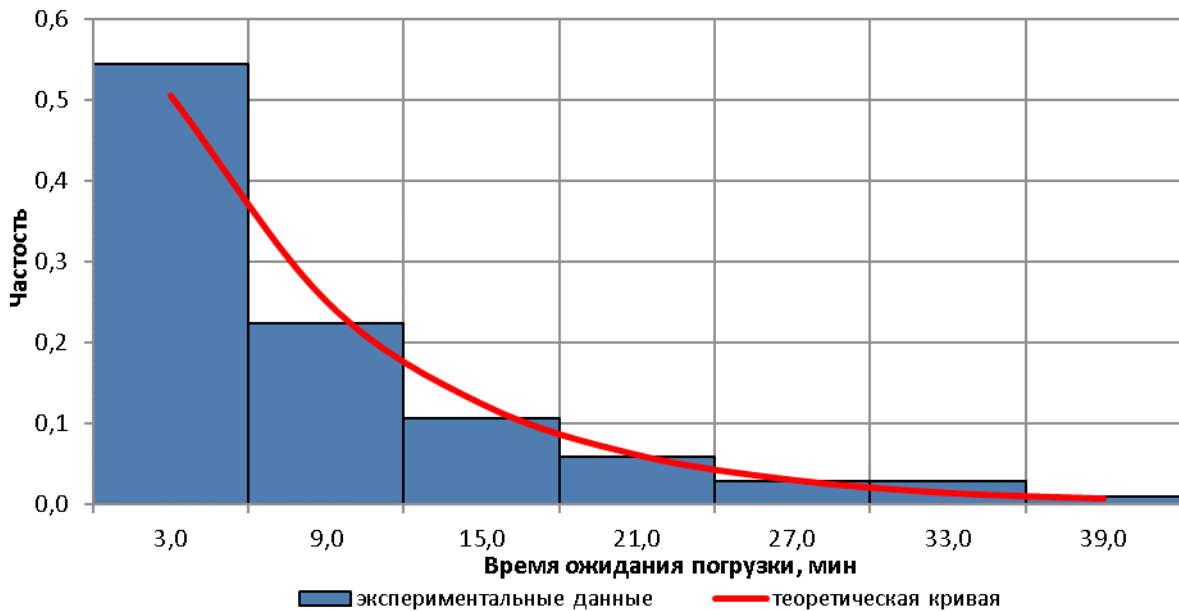


Рис. 3. Распределение времени ожидания погрузки

Находим интенсивность поступления заявок в единицу времени:

$$\mu = \frac{1}{M^*(t)} = \frac{1}{8,592} = 0,116$$

где $\mu(t)$ — параметр закона, представляющий собой интенсивность событий в единицу времени. Плотность распределения показательного закона определяется зависимостью:

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}$$

$$f(t) = 0,116e^{-0,116t}$$

Теоретические вероятности попадания случайной величины в интервалы определяем по формуле

$$P(\alpha_i < t < \beta_i) = e^{-\mu\alpha_i} - e^{-\mu\beta_i}$$

$$P_{1\hat{\alpha}} = e^{-\mu^{\min}} - e^{-\mu^{\max}} = e^{-0,116 \cdot 0} - e^{-0,116 \cdot 6} = 1 - 0,497 = 0,503$$

Результаты расчетов заносим во вспомогательную таблицу 4.

При этом сумма вероятностей должна быть равна 1.

$$P_{1\hat{\alpha}} = 0,503 + 0,25 + 0,124 + 0,062 + 0,031 + 0,015 + 0,008 = 0,992$$

Таблица 4. Вспомогательная таблица

γ_i	0	6	12	18	24	30	36	42
$e^{-\mu t}$	1	0,497	0,247	0,123	0,061	0,03	0,015	0,008
P_{iyc}	0,503	0,25	0,124	0,062	0,031	0,015	0,008	-

Исправленные вероятности:

$$P_{1\hat{\alpha}} = 0,506 + 0,252 + 0,125 + 0,062 + 0,031 + 0,015 + 0,008 = 1$$

На основании этих данных наносим на гистограмму, сглаживающую ее теоретическую кривую усеченного показательного закона.

Вычисляем теоретические числа попадания случайной величины в интервалы на примере интервала 0–6 минут. Полученные результаты расчетов заносим в таблицу.

$$m_1 \cdot P_{1yx} = 0,506 \cdot 103 = 52,1$$

Вычисляем слагаемые критерия Пирсона в последнем столбце таблицы 3.

$$\frac{(m_i^* - m_1)^2}{m_1} = \frac{(56 - 52,1)^2}{52,1} = 0,289$$

Суммируя эти значения получим:

$$\chi^2 = 0,289 + 0,337 + 0,273 + 0,023 + 0,012 + 1,370 + 0,038 = 2,342$$

Проверяем правдоподобность гипотезы о принадлежности опытных данных к показательному закону. По таблице приложения с — помощью линейной интерполяции находим

$$P(\chi^2; k) = P(2,342; 5) = 0,800 > 0,05$$

Как видим по критерию Пирсона гипотеза о принадлежности опытных данных к показательному распределению не отвергается.

Если пост погрузки свободен, то прибывающий автомобиль будет обслуживаться немедленно. За время его обслуживания могут прибыть автомобили, которые поступят на обслуживание в порядке очереди, если она будет существовать. Основной дисциплиной очереди является «первым прибыл — первым обслужен». Однако возможны и другие варианты. Например, при организации централизованных перевозок грузов подвижной состав, непосредственно занятый этими перевозками, загружается вне очереди по отношению к подвижному составу, прибываемому в пункт погрузки, не участвующему в централизованных перевозках и др.

Следует учитывать, что распределение числа единиц подвижного состава в очереди не зависит от дисциплины очереди. На сколько уменьшается ожидание автомобилей, пользующихся приоритетом, на столько же возрастает длительность простоя остальных автомобилей.

В нашем случае среднее время ожидания погрузки довольно высоко и составляет 9 минут, это говорит о не эффективном использовании погрузочно-разгрузочных устройств и о необходимости составления нового оптимального графика прибытия автомобилей в пункт погрузки.

Литература:

1. РОСМОРПОРТ [Электронный ресурс]. М., 2008–2016. Режим доступа: <http://www.gosmorport.ru>. (Дата обращения: 20.07.16).
2. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006—560 с.: ил.
3. Теоретические основы организации функционирования транспортных систем: Методические указания по выполнению курсового проекта. / Сост. А. В. Вельможин, А. В. Куликов; Волгоградский государственный технический университет. — Волгоград, 2001. — 20 с.
4. Перевозка грузов контейнерами [Электронный ресурс]. М., 2016. Режим доступа http://gruz.trans-portal.com.ua/revevozka_gruzov_kontejnernami (Дата обращения: 23.07.16).
5. Железнодорожные контейнерные перевозки [Электронный ресурс]. М., 2012–2016. Режим доступа: <http://cont-nn.ru/zheleznodorozhnye-kontejnernye-perevozki.html> (Дата обращения 24.07.16).
6. AVIA.PRO [Электронный ресурс]. М., 2007–2016. Режим доступа: <http://avia.pro/blog/mi-26-samyu-bolshoy-vertolyot-v-mire> (Дата обращения: 15.07.16).

Исследование транспортного процесса при доставке светлых нефтепродуктов на автозаправочные станции

Кодиленко Александр Сергеевич, аспирант;
Ширяев Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент;
Рябов Игорь Михайлович, доктор технических наук, профессор
Волгоградский государственный технический университет

Привалов Павел Юрьевич, кандидат технических наук, доцент;
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет

Данная статья посвящена анализу системы доставки светлых нефтепродуктов на автозаправочные станции Московской агломерации и поиску путей повышения эффективности работы подвижного состава.

Ключевые слова: *автомобильный транспорт, грузовые перевозки, эффективность, транспортный процесс, светлые нефтепродукты*

На сегодняшний день на рынке транспортных услуг сложился крайне высокий уровень конкуренции. В условиях экономического кризиса крупные транспортные компании, работающие на прямую с нефтесбытовыми организациями вынуждены вести активный поиск возможностей для оптимизации и повышения эффективности работы собственного автомобильного транспорта. Автомобильный бензин и дизельное топливо являются опасными грузами в следствии чего к транспортным средствам, персоналу и организации транспортного процесса предъявляется ряд специфических требований, влияющих на эффективность организации доставки светлых нефтепродуктов на автозаправочные станции (АЗС).

Город Москва является крупнейшим мегаполисом в нашей стране с крайне сложной и загруженной транспортной инфраструктурой. Характерной особенностью региона является то, что на многих АЗС установлены резервуары малой вместимости, внутри региона располагается множество небольших нефтебаз, между которыми зачастую происходят переключения на отгрузку того или

иного вида нефтепродукта. Эти факторы в совокупности с большой и неравномерной интенсивностью потребления светлых нефтепродуктов делают доставку нефтепродукта в необходимом количестве и точно в срок крайне сложной задачей.

Основной целью данной работы является проведение анализа этапов транспортного процесса одной из крупнейших транспортных организаций г. Москвы, занимающейся доставкой светлых нефтепродуктов на АЗС с целью поиска путей повышения эффективности работы транспортных средств. Для этого необходимо определить технологические схемы, выявить существующие проблемы и определить возможные решения.

Транспортный процесс доставки светлых нефтепродуктов может быть представлен в виде совокупности операций погрузки, транспортирования, разгрузочных операций и подачи подвижного состава под погрузку. На рисунке 1 представлена технологическая схема процесса доставки светлых нефтепродуктов на АЗС [1].

Первоначальным этапом перемещения нефтепродуктов с нефтебазы на АЗС является этап погрузки. Про-

цесс погрузки автомобиля на нефтебазе состоит из этапов: *маневрирование* автомобиля при подъезде и постановке автомобиля на площадку для налива нефтепродуктов на нефтебазе, выполнение *подготовительно-заключительных операций*, прием-сдача нефтепродуктов, налив, а также *оформление сопроводительной доку-*

ментации. Помимо этого, возможен этап *ожидание погрузки*.

Наличие этапа *ожидание погрузки* автомобиля на территории нефтебазы говорит о занятости погрузочных средств. Данный этап является непроизводительным и его продолжительность должна стремиться к нулю.



Рис. 1. Технологическая схема процесса доставки грузов

В текущих условиях погрузка автомобиля происходит согласно технологической схеме, представленной на рисунке 2.

Длительность этапов транспортирования и подачи подвижного состава зависят от технической скорости автомобиля и расстояния перемещения. Техническая скорость определяется техническими параметрами автомобиля,

психофизическими качествами водителя, условиями движения и геометрическими характеристиками дороги, интенсивности дорожного движения [2]. Этап транспортирования является ключевым этапом транспортного процесса. Именно на этом этапе формируется доход транспортного предприятия.

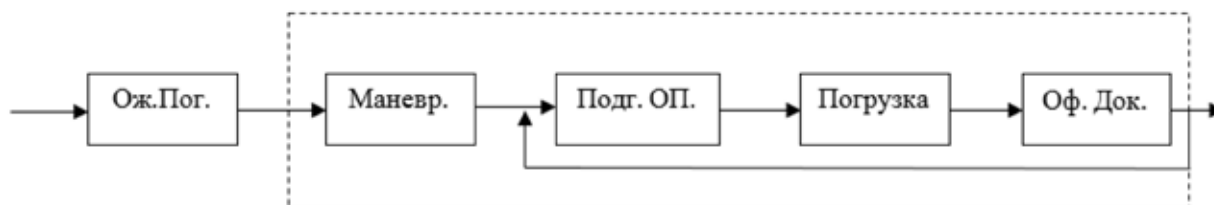


Рис. 2. Технологическая схема погрузки автомобиля бензовоза

Доставка светлых нефтепродуктов завершается разгрузкой бензовоза на АЗС, которую можно разделить на такие этапы как: *прием-сдача*, *слив* нефтепродуктов, выполнение *подготовительно-заключительных опе-*

раций, а также *оформление сопроводительной доку-*

ментации. С учетом того факта, что абсолютное большинство АЗС работают в круглосуточном режиме как на отпуск, так и на

прием нефтепродуктов, причем процессы *налива* и *слива* нефтепродуктов могут происходить одновременно и без помех друг для друга, этап *ожидание разгрузки* автомобиля на АЗС отсутствует.

В целях снижения риска смешения нефтепродуктов различной номенклатуры разгрузка автомобиля происходит согласно следующей технологической схеме:

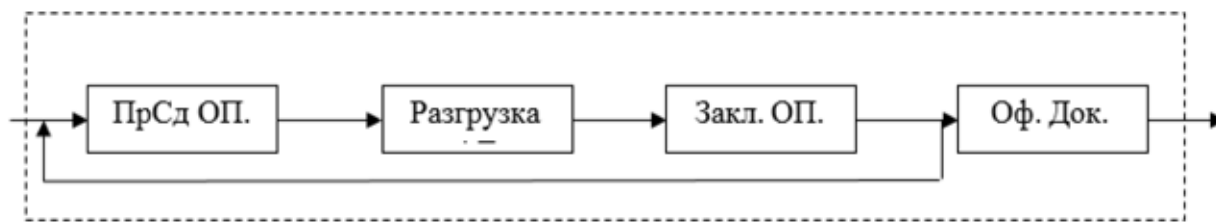


Рис. 3. Технологическая схема последовательной разгрузки отсеков цистерны автомобиля бензовоза

Проведенное статистическое исследование позволило построить карту рабочего времени автомобилей, работающих на доставке светлых нефтепродуктов и определить соотношение этапов транспортного процесса.

Как видно из рисунка 4 на ожидание и проведение погрузочных операций тратится более четверти рабочего

времени автомобиля бензовоза. При этом ожидание погрузки длится дольше самого погрузочного процесса. Данный простой вызван наличием технологических перерывов на нефтебазе, а также не согласованной работой погрузочных постов и моментом подачи транспортных средств под погрузку.

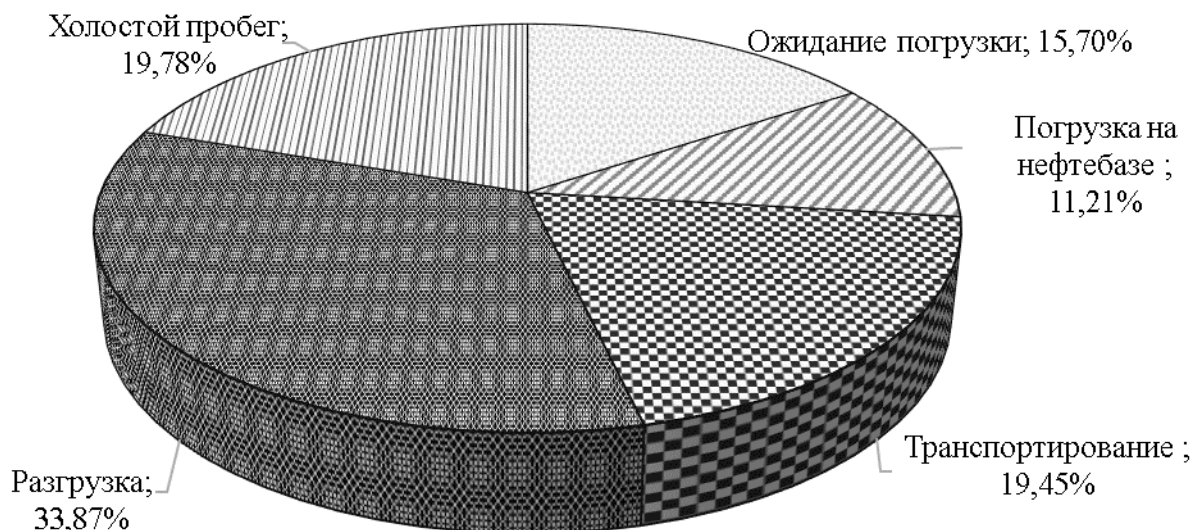


Рис. 4. Распределение длительности этапов транспортного процесса

На транспортную работу приходится менее 20% рабочего времени автомобиля бензовоза. Спецификой данного вида перевозок является преимущественное количество маятниковых маршрутов над кольцевыми. В связи с этим количество рабочего времени, затраченного на холостой пробег при подаче транспортных средств под погрузку, сопоставимо с временем транспортной работы.

Самым длительным этапом транспортного процесса является разгрузка автомобиля на АЗС. На этот этап приходится более 33% рабочего времени. Длительный простой вызван применяемой технологической схемой и наличием операций по контролю качества и количества нефтепродукта перед разгрузкой каждой секции полуприцепа цистерны.

По итогам проведенного исследования можно сделать выводы, что эксплуатация подвижного состава осуществляется недостаточно эффективно.

Для снижения длительности простоев перед погрузкой была построена математическая модель, на основе которой была организована подача транспорта под погрузку [3].

Для упрощения процедуры приема нефтепродуктов на АЗС был применен специализированный контроль над автомобилями бензовозами на линии при помощи системы спутникового мониторинга и автоматизированных средств видео фиксации. В результате проведенных мероприятий производительность подвижного состава увеличилась на 17,2%.

Литература:

1. Вельможин, А. В. Теория транспортных процессов и систем. — М.: Транспорт, 1998. — 167 с.
2. Кодиленко, А. С., Батракова О. С., Куликов А. В., Ширяев С. А. Прогнозирование длительности перевозочного процесса светлых нефтепродуктов автомобильным транспортом на АЗС г. Волгограда // Сборник научных трудов SWorld. — 2016. — № 4, том 2.. — с. 7–10.
3. С. А. Ширяев, Кодиленко А. С., Кодиленко О. С. Подходы к моделированию потребности автозаправочных станций в нефтепродуктах // Молодой учёный. — 2016. — № 9, ч. 3.. — с. 346–351.

Велокультура в крупных мегаполисах России и зарубежья

Козикова Анастасия Александровна, студент
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Рассмотрен опыт создания и существования велосипедной инфраструктуры в разных странах мира. Выявлено влияние велосипедного движения на окружающую среду, здоровье людей, экономику и социальную сферу жизни. Рассмотрены предложения и проекты создания велоинфраструктуры в крупных городах России.

Ключевые слова: велосипед, велосипедные дорожки, индивидуальный экологический транспорт, международные велосипедные пути, велосипедное движение

На сегодняшний день остро стоит вопрос об охране окружающей среды и создании более экологических инфраструктур всех сфер жизнедеятельности. Одной из наиболее обширных является транспортная, особенно в крупных городах. Специалисты разных стран мира нашли решение в переходе от автомобильного транспорта к велосипедному и уже видят неоспоримые улучшения качества жизни в таких городах. В Российской Федерации данный способ передвижения не является приоритетным, однако, на основании опыта зарубежных стран вносятся все больше предложений о внесении велосипеда в транспортную инфраструктуру на региональном, а в последующем, и на государственном уровне.

Опыт зарубежных стран

Велосипед в странах Европы уже привычный вид транспорта. Он используется как в рекреационных и спортивных целях, так и является полноценным средством передвижения благодаря созданию условий для безопасных и комфортных поездок практически в любую часть города.

Самой велосипедной страной по праву считаются Нидерланды, где этот вид транспорта принят приоритетным на государственном уровне. Здесь на 16652800 человек приходится 16500000 велосипедов. [6] Каждый город снабжен яркими разметками велосипедных путей, знаками, регулирующими движение как велосипедистов, так и автомобилистов, а также светофорами. Так же оборудованы велопарковки на улицах и у общественных и деловых центров, мастерские по ремонту, места отдыха со скамьями через каждые 100 м и питьевые фонтанчики через каждые 500 м. [2]

В Швейцарии, созданное в 1972 году, общество «Фуссеркер Швайц» участвует в создании законов, регулирующих конфликты между пешеходами и велосипедистами. [2] Один из способов решения этой проблемы они увидели в расширении пространства для пешеходов, для этого парковочные места уменьшаются и рассредоточиваются по городу.

В столице Дании Копенгагене для комфорта населения на всем протяжении велодорожек оборудованы специальные поручни для рук и ног, чтобы люди смогли перевести дыхание, без лишних затрат времени и усилий.

В Германии были разработаны нормативные документы, в которых даются правила и рекомендации по проектированию велосипедных и пешеходных путей, каждый из которых составлен на региональном уровне. Велосипедисты и пешеходы объединены в группу экологически безопасных способов передвижения. [2]

Велосипедный транспорт процветает и в городах с большим количеством населения. В Японии из-за нехватки места для велопарковок разработан проект создания сейсмостойких подземных велопаркингов. Это не только экономит пространство, но и снижает мощность землетрясений. [6]

В крупных мегаполисах Китая велосипед является не только индивидуальным транспортным средством, его так же используют в качестве такси. [1] Такая же тенденция существует в ряде стран Юго-Восточной Азии и на Кубе. [3]

В США велосипедная инфраструктура нашла применение в сфере доставки. Благодаря грузоподъемности в 300 кг и высокой маневренности, скорость доставки малогабаритных грузов увеличилась в несколько раз. [5]

Во Франции, где градостроительные проблемы близки к российским (высокая концентрация населения в крупных городах), создается общественный велосипедный транспорт и бесплатный велосервис для владельцев личных велосипедов, а безопасность передвижения обеспечивается за счет отделения велодорожек от автомобильных и пешеходных путей заборами и живыми изгородями. [1]

Опыт использования велосипедных дорожек в странах Северной Европы, таких как Финляндия, Швеция, Норвегия, оказывает, что наступление зимы не препятствует смене транспорта. Снижение количества едущих на велосипеде в холодное время года насчитывает 30%. Для уменьшения скольжения на дорогах инженерами предлагается утрамбовывать слой снега до 1 см. [3]

Влияние велосипедного транспорта на различные сферы

Велосипед является самым экологичным видом транспорта, процент выбросов вредных веществ в атмосферу при его использовании равен нулю. Исследования показали, что ежедневная поездка на велосипеде на расстояние в 2,5 км в год экономит до 180 л бензина и сокращает выброс CO_2 на 495 кг. [4] При этом выбросы вредных примесей автомобилем достигают 80% от общего количества загрязняющих веществ. [2] Уровень шума, производимый велосипедистами в процентах, так же равен нулю, что значительно повышает качество жизни.

Кроме того, передвижения на велосипеде способствуют улучшению здоровья и повышению физической активности. Улучшается сон и снижается подверженность стрессам благодаря выведению из организма кортизола, улучшается пищеварение вследствие ускорения обмена веществ, укрепляются мышцы и сердечно-сосудистая система, укрепляется иммунитет. [6]

Работодатели крупных велосипедных городов утверждают, что работоспособность людей, едущих на велосипеде каждый день, выше, чем у тех, кто использует автомобиль. Из-за активизации и восстановления действия рецепторов, способствующих созданию новых клеток мозга в гиппокаме снижается риск заболеваний, связанных с расстройством интеллекта и памятью, в пожилом возрасте.

Использование велотранспорта значительно сказывается на экономике. Согласно исследованиям Европейской федерации велосипедистов, езда на велосипеде приносит годовой доход всему Евросоюзу в размере до 200 млрд евро. [3] Большая часть приходится на доходы в области здравоохранения. Развитие велоинфраструктуры обеспечивает горожан большим количеством рабочих мест в промышленности, обслуживании, продажах, услугах аренды.

Велосипеды практически не портят дорожное полотно, что существенно экономит средства администрации города на дорожно-ремонтные работы.

Развитие велосипедного движения способствует привлечению туристов. Сфера туризма приносит немалую

часть дохода в государственный бюджет, а велосипедные экскурсии становятся все более популярными.

Предпочтение велосипеда автомобилю позволит решить транспортную проблему. Особенно актуально это в исторических центрах городов, где улицы узкие, а поток транспорта большой. Средняя скорость автомобиля в городе составляет 20–30 км/ч, а скорость велосипеда достигает 17 км/ч, что при большей пропускной способности и маневренности способствует уменьшению пробок и освобождению пространства. Так же существует нехватка мест для размещения парковок автомобилей. При этом каждый автомобиль используется в среднем 1–3 часа, тогда как остальные 23–21 час ему нужно место для стоянки, а одно парковочное место автомобиля вмещает в себя 8 парковочных мест для велосипеда. [4] К тому же велосипедные стоянки в ряде Европейских стран устраивают между посадками деревьев в пешеходной зоне, что позволяет еще больше сэкономить пространство.

Концепции развития велосипедного транспорта в Российской Федерации.

Основными факторами, препятствующими развитию велотранспортной инфраструктуры в городах России, являются отсутствие условий для безопасного передвижения и нежелание признания велосипедистов полноценными участниками движения. Дороги полностью отданы в распоряжение автомобилистов. Редкие велосипедные дорожки по окраинам города используются в качестве стоянок. В справочниках ПДД о велосипедах практически не сказано ни слова, а единых нормативных документов по проектированию велосипедных дорожек нет. Велосипедисты вынуждены ездить по пешеходным дорожкам, что приводит к конфликтам и травмам.

Проекты по реализации проектов о развитии велотранспорта в большинстве предлагаются московскими градостроителями. Уже реорганизован отрезок длиной 6,4 км на Бульварном кольце, где из трех автомобильных полос одну выделили под велосипедно-пешеходную. [4] Однако при проектировании комплексной сети велодорожек важно выбрать подход «от общего к частному». В начале необходимо провести исследования городской транспортной среды, трафика, социальной среды. Уже на базе полученных данных разрабатывается концепция развития сети велодорожек на градостроительном уровне.

Также в московском парке ВДНХ предлагается построить велополитен. Он обеспечит удобное передвижение в любую погоду не только велосипедистам, но и маломобильным группам населения, передвигающимся на колясках. Если проект будет успешен, планируется строительство велополитенов в некоторых частях города для преодоления сложных транспортных узлов и труднопроходимых зон.

Для привлечения жителей столиц и туристов в Москве и Санкт-Петербурге ежегодно устраиваются костюмированные общегородские велопробеги. Таким образом со-

бираются средства на продвижение велоструктуры в эти города.

Также по всей территории России проводится акция «На работу на велосипеде». Это устраивается для повышения привлекательности экологичного транспорта при передвижении на рабочие места и демонстрации пользы физических нагрузок на свежем воздухе для улучшения общего состояния здоровья и трудоспособности.

Выводы

В настоящее время в России не разработан проект создания целостной велосипедной инфраструктуры, отвечающий всем юридическим, социальным, градострои-

тельным и технологическим требованиям. Однако, первые значительные предложения уже предоставляются к рассмотрению и реализуются.

Опыт зарубежных стран показывает, что велодвижение по-настоящему развивается, если созданы условия для безопасного и комфортного передвижения. При этом люди любого возраста и социального статуса ездят используют велосипед как основное средство передвижения в любую погоду, не боясь за свое здоровье, а наоборот, укрепляя его.

Применимо к российским гражданам и дорогам, а также к суровому климату, целесообразнее будет проектировать вело-пешеходные дорожки, которые не будут пустовать ни зимой, ни летом.

Литература:

1. Анохин, Б. Б., Авилова Е. И., Грачева Д. А. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек// Дороги и мосты. — 2015. — Том 1 № 33. — с. 136–148.
2. Вагнер, Е. А. Вело-пешеходные коммуникации крупных градостроительных систем// Журнал Сибирского Федерального университета. Серия: техника и технологии. — 2010. — Том 3 № 2. — с. 229–242.
3. Коростелева, Н. В., Нестеренко Е. В. Развитие велоинфраструктуры в городах как способ снижения негативного влияния транспортной системы на городскую среду// Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. — 2016. — № 45 (64). — с. 149–157.
4. Любченко, А. С., Кубраков Е. С. Проблемы и перспективы строительства велосипедных дорожек в России// Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. — 2013. — том 2. — с. 270–275.
5. Шелмаков, П. С., Шелмаков С. В. Развитие велосипедного движения в Российской Федерации// Успехи современного естествознания. — 2012. — № 6. — с. 183–184.
6. http://www.7verst.ru/article/2016/07/12/velosiped_transport_budushchego.html

Организация перевозки песка в системе дорожного строительства Волгоградской области

Куликов Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент;

Макушкина Елена Николаевна, студент;

Шляхтурова Анна Геннадьевна, студент

Волгоградский государственный технический университет

В данной статье рассматривается организация перевозки песка автомобильным транспортом на объекты дорожного строительства. Описан выбор подвижного состава и погрузочного механизма. Показано влияние технико-эксплуатационных показателей на производительность автомобиля.

Ключевые слова: организация перевозки, перевозка песка, подвижной состав, характеристический график, производительность автомобиля

Волгоградская область является одним из регионов России, который может получить значительный экономический эффект от проходящих интеграционных процессов в сфере транспорта. Область обладает развитыми промышленностью, сельским хозяйством и транспортным комплексом, по ее территории проходят участки двух евроазиатских транспортных коридоров. Имея выгодное географическое положение, Волгоградская область обла-

дает благоприятными предпосылками как для развития собственных внешнеторговых и межрегиональных связей, так и для обслуживания транзитных грузопотоков. Регион занимает важное место в системе обеспечения евроазиатских транспортно-экономических связей, в частности, на направлении Китай — Казахстан — Россия — Европа [1].

Как видно на рис. 1 протяженность автомобильных дорог в Волгоградской области растет с каждым годом.

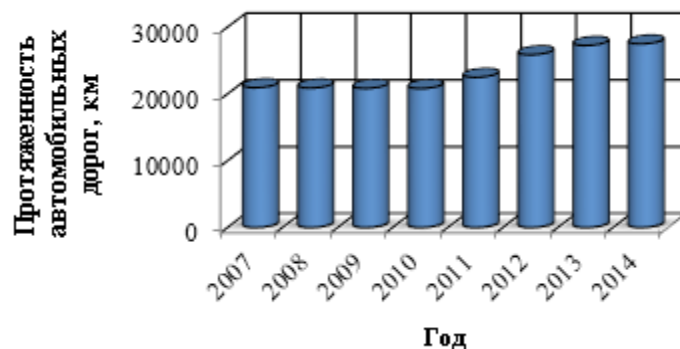


Рис. 1. Протяженность автомобильных дорог Волгоградской области

Одной из главных составляющих дорожного строительства является своевременное снабжение строительными материалами. В свою очередь снабжением занимается транспорт. В связи с этим рассмотрение темы перевозки материалов в системе дорожного строительства является актуальным и значимым.

В процессе дорожного строительства используется большое количество материалов, одним из которых является песок. Его используют не только при укладке основания дороги, но и применяют в качестве компонента покрытия.

Толщина слоя песка в дорожном основании зависит от конструкции дорожной одежды. Главными факторами, от которых зависит выбор конструкции дорожной

одежды, являются интенсивность и состав движения. Чем больше интенсивность движения автомобилей по дороге, тем быстрее изнашивается покрытие, следовательно, при большой интенсивности движения должно быть устроено более капитальное, прочное и совершенное покрытие [2].

В процессе строительства и эксплуатации на конструкцию дорожной одежды большое влияние оказывают грунтово-геологические и гидрологические условия, рельеф и ландшафт местности, а также погодные климатические условия. Данные факторы так же необходимо учитывать при определении необходимой конструкции дорожной одежды [3].

На рис. 2 представлена наиболее часто используемая конструкция дорожной одежды.

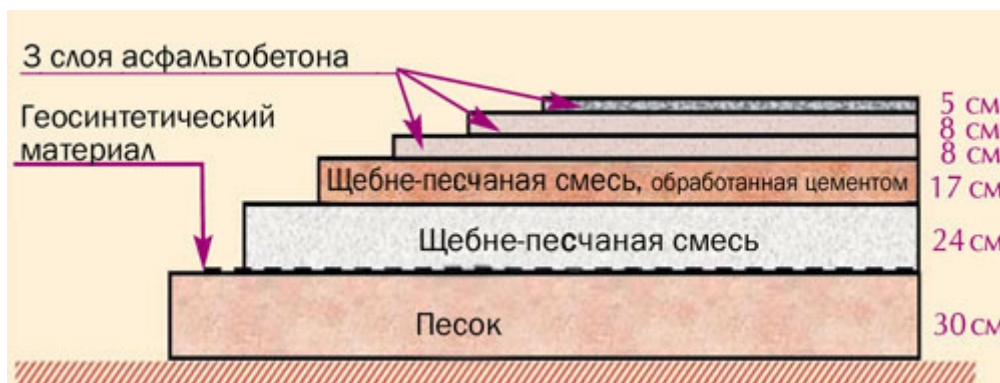


Рис. 2. Конструкция дорожной одежды

Одним из крупнейших строящихся дорожных объектов в Волгоградской области является шоссе Авиаторов — магистраль, включенная в программу подготовки к ЧМ-2018. Согласно данным официального портала Губернатора и Администрации Волгоградской области, будет модернизирован весь 10-ти километровый участок от международного аэропорта до ул. Исторической в Дзержинском районе. Число полос на разных отрезках обновленной магистрали составит от четырех до шести, вдоль трассы обустраивают пешеходные и технические тротуары.

Для реализации строительства представленного объекта необходимо обеспечить бесперебойную поставку больших объемов песка.

Потребность в песке Волгоградская область полностью обеспечивает за счет собственных ресурсов. На территории области расположены три детально разведанных месторождения формовочных песков: Ерзовское, Северо-Челюскинское и Чапурниковское, общие запасы по которым составляют около 67 млн. т. Кроме того, выявлены и предварительно разведаны Орловское и Тишанское месторождения, запасы по которым составляют



Рис. 3. Шоссе Авиаторов

более 48 млн. т. Созданный резерв запасов позволяет удовлетворить также и потребности соседних регионов в

данном виде сырья. Доля резервов Волгоградской области в общероссийском итоге — 1,8% [4].



Рис. 4. Полезные ископаемые Волгоградской области

Таким образом, сырьевой базой песка можно принять Орловский песчаный карьер. Расстояние между карьером и объектом строительства составляет 20 км.

Исходя из длины участка и ширины дорожного полотна на данный объект дорожного строительства, по нашим оценкам, необходимо перевезти около 200 тыс. т песка.

Для перевозки песка используются автомобили-самосвалы. На сегодняшний день данный вид подвижного состава представлен различными марками отечественных и зарубежных производителей. При перевозке песка в паре с автомобилем-самосвалом работает ковшовый погрузчик. В настоящее время рынок ковшовых погрузчиков, так же как и рынок грузовых автомобилей, представлен отечественными и зарубежными производителями.

Для правильной организации перевозочного процесса необходимо провести расчет выбора подвижного состава и погрузочного механизма. С этой целью рассмотрим три автомобиля-самосвала и три ковшовых погрузчика. Расчет производится согласно методике, описанной в ра-

боте «Системный подход к организации автомобильных перевозок в сфере жилищного строительства» [5].

Как видно в таблице 1 наибольшую грузоподъемность и коэффициент использования грузоподъемности имеет автомобиль-самосвал MAN TGS 40 в паре с ковшовым погрузчиком XCMG LW300FN.

Построим характеристический график производительности автомобиля MAN TGS 40.

Под производительностью грузового автомобиля понимается количество перевезенного груза в тоннах за единицу времени. Производительность, отнесенная к одному часу работы автомобиля, называется часовой производительностью. Количественную оценку влияния технико-эксплуатационных показателей на производительность подвижного состава можно получить методом характеристических графиков. Характеристический график строят для конкретных условий эксплуатации, принимая определенные значения технико-эксплуатационных показателей [6].

Таблица 1. Выбор подвижного состава и погрузочного механизма

Автомобиль	Грузоподъёмность, т	Емкость кузова, м³	Погрузочный механизм								
			ПК-27-03			XCMG LW300FN			HYUNDAI HSD SL733S		
			V _к , м³	m, ед.	γ _с	V _к , м³	m, ед.	γ _с	V _к , м³	m, ед.	γ _с
Камаз-65115	15	8,5	1,5	7	0,924	1,8	6	0,95	1,7	6	0,898
МАЗ-5516	20	10,5		8	0,792		7	0,832		7	0,785
MAN TGS 40	26	17,5		13	0,99		11	1		9	0,777

Для построения используем следующие значения основных показателей: $l_{эф} = 20$ км, $V_T = 30$ км/ч, $\beta_e = 0,5$, $\gamma_c = 1$, $t_{пр} = 0,42$ ч, $q_n = 26$ т.

Характеристический график дает возможность определить наиболее рациональные методы повышения

производительности автомобиля в данных конкретных условиях перевозок. Для этого все кривые наносят на график только в тех пределах измерения данного показателя, которых практически можно достигнуть (показаны на рис. 5 сплошными линиями). Линия AA на

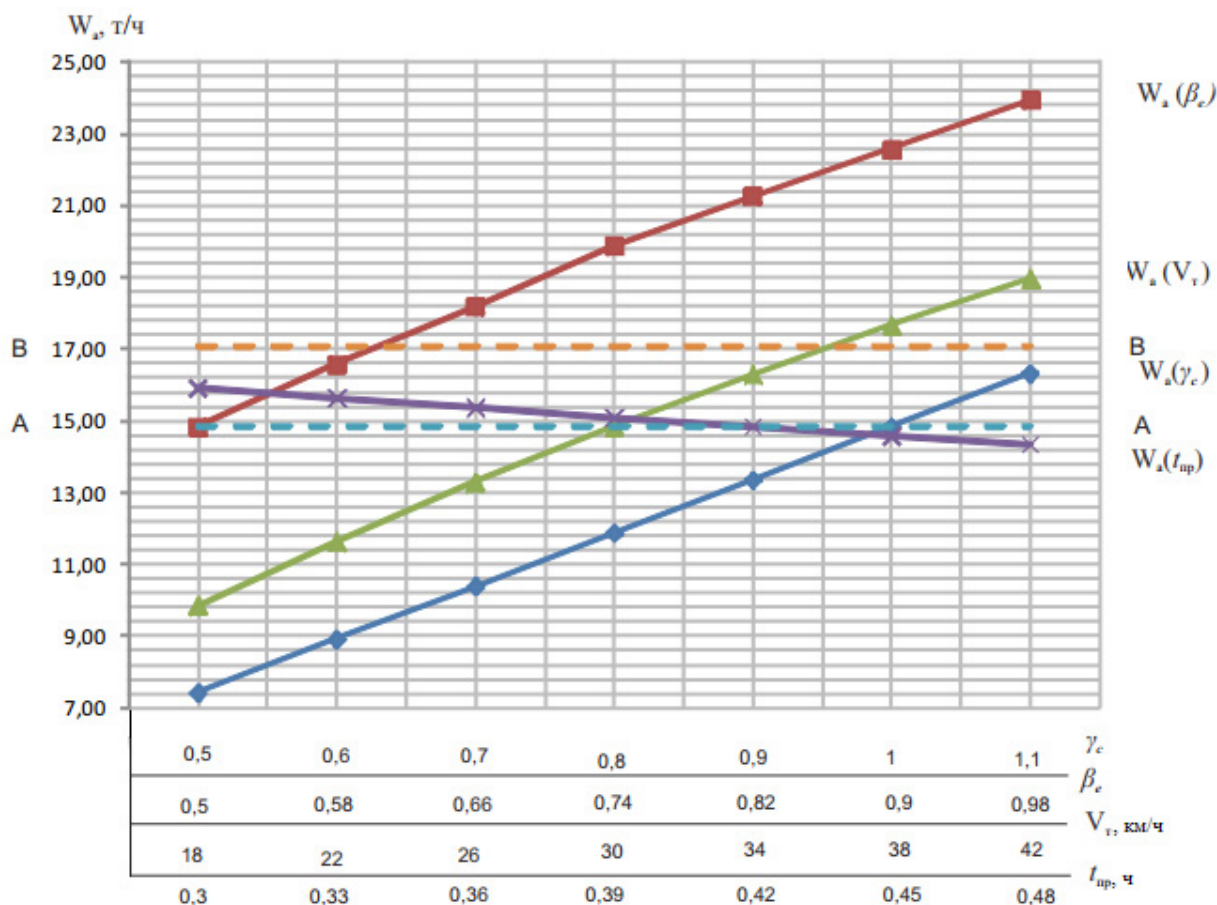


Рис. 5. Характеристический график производительности автомобиля MAN TGS 40

Таблица 2. Влияние технико-эксплуатационных показателей на производительность

Показатель	Значение показателя			
	γ	V _T , км/ч	β _e	t _{пр} , ч.
При базовой производительности (W _a)	1	30	0,5	0,42
При увеличении производительности на 15% (1,15 W _a)	1,15	36,21	0,6	0,1913
Приращение показателей, (Δ, %)	15	20,7	20	-54,5

этом графике определяет постоянную производительность при заданных значениях различных показателей. Для того чтобы, например, определить каким путем повысить производительность на 15 %, проводится линия ВВ, которая и определяет необходимый уровень повышения значения любого из эксплуатационных показателей [6].

По данным таблицы 2 можно сделать вывод, что наибольшее влияние на часовую производительность авто-

мобиля оказывают коэффициенты использования грузоподъемности (γ_c) и использования пробега (β_e).

Оптимальный выбор подвижного состава и погрузочного механизма обеспечивает снижение затрат, связанных с перевозкой песка.

Повышение производительности автомобиля позволит снизить себестоимость перевозки, и, как следствие, обеспечивает снижение затрат необходимых на строительство и ремонт дороги.

Литература:

1. О стратегии развития транспортно-дорожного комплекса Волгоградской области на период до 2025 года. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/460004454> (дата обращения 1.12.2016).
2. Строительство дорог. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-115-dorogi/18.htm> / (дата обращения 15.12.2016).
3. Воздействие природных факторов на дорогу. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://studopedia.ru/12_103683_vozdeystvie-prirodnih-faktorov-na-dorogu.html (дата обращения 15.12.2016).
4. Совершенствование организации перевозки песка в логистических системах доставки строительных грузов / Н. Э. Менькова, А. В. Куликов // Мир науки и инноваций. 2016. Вып. 1 (3). с. 15–21.
5. Системный подход к организации автомобильных перевозок в сфере жилищного строительства. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/simpoz4/148.pdf>
6. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. — М.: Горячая линия — Телеком. 2007. — 560 с.

Совершенствование организации перевозки кислорода в баллонах в условиях г. Волгограда

Куликов Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент;
 Малюков Василий Александрович, магистрант;
 Быченков Александр Владимирович, магистрант
 Волгоградский государственный технический университет

В статье рассмотрены способы совершенствования организации перевозки кислорода в баллонах. Проанализированы объемы перевозки по г. Волгограду. Определены вероятностные закономерности распределения длительности погрузки автомобиля и его среднесуточный пробег. Согласно минимальным суммарным затратам на перевозку заданного объема кислорода, выбран подвижной состав. Разработан технологический проект и предложены технологические схемы. Рассмотрен вариант снижения транспортных затрат, за счет использования оптимальной технологической схемы перевозки кислорода и добавление второго поста погрузки-разгрузки.

По оценке Минтранса в 2016 г., в общем объеме грузов, перевозимых по России всеми видами транспорта, доля опасных грузов составляет 20 %, или примерно 800 млн. т. Из них на долю автомобильного транспорта приходится 65 %, а это предусматривает использование более 200 тыс., специальных автомобилей, конструктивно подготовленных для перевозки опасных грузов. В общем, объеме грузооборота автотранспорта опасные грузы составляют около 3–5 % [7].

При перевозке сжатых газов опасным фактором является давление, а при перевозке сжиженных еще и очень

низкая температура. Поэтому необходимо неукоснительно соблюдать все требования технологического процесса перевозки при транспортировании криогенной продукции (кислород) [6].

Организация и управление процессом перевозки на любом промышленном предприятии вызвано необходимостью снижения затрат на всех стадиях доставки груза. По этой причине рационализация и оптимизация транспортных, погрузочно-разгрузочных, и складских операций является важным резервом снижения издержек и экономии ресурсов.

На рис. 1 представлены изменения объемов перевозки кислорода потребителям г. Волгограда. Объем перевозок

достаточно большой и имеет устойчивый характер за последние 3 года.

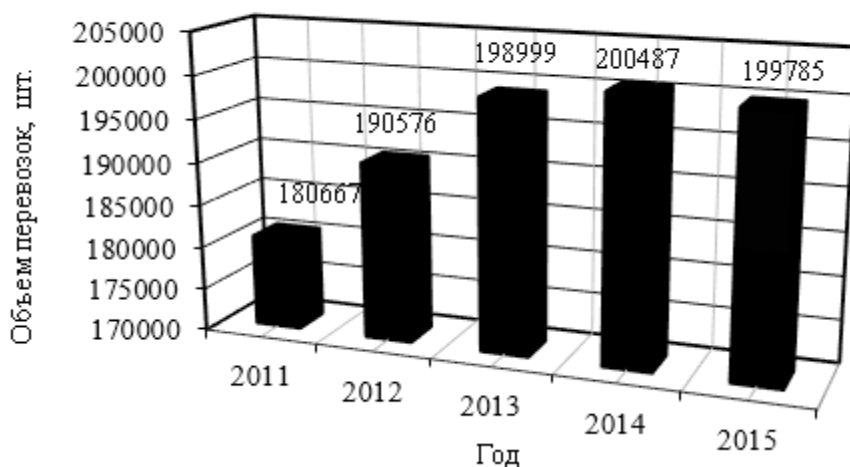


Рис. 1. Распределение объема перевозки кислорода по годам

На рис. 2 представлена неравномерность объема перевозок кислорода по месяцам года. Анализ неравномерности перевозок позволяет определить месяца максимального

использования провозной возможности, имеющегося подвижного состава, и периода с ее недоиспользованием. Пик объема перевозок приходится на летне-зимний период.

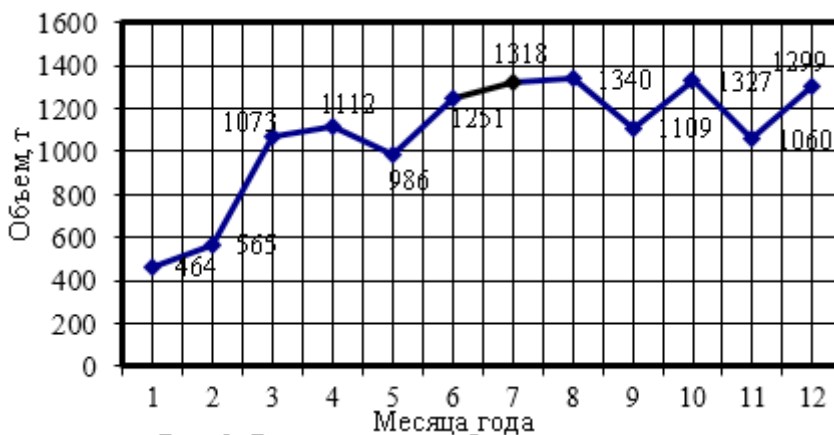


Рис. 2. Распределение объема перевозок кислорода по месяцам за 2015 г.

Технология перевозки кислорода заключается в последовательном выполнении следующих этапов: подготовка груза к перевозке, погрузка, транспортирование, разгрузка, складирование и подача подвижного состава. Каждый этап состоит из своих взаимосвязанных элементов, каждый из которых имеет вероятностный характер распределения длительности его выполнения. В работе проанализировано время выполнения погрузки автомобиля КамАЗ-53212, а также получено распределение среднесуточного пробега при выполнении перевозки кислорода [1, 2, 3].

В табл. 1 представлены характеристики распределения вероятностных величин [8].

Технологические схемы применяются для повышения эффективности работы подвижного состава при перевозке

различных грузов [9, 10]. В работе рассмотрены три варианта технологических схем перевозки кислорода. Для трех предложенных вариантов расчет показателей представлен в табл. 2. Наименьшие затраты на перемещение наблюдаются при использовании автомобиля КамАЗ-53212 (схема 1).

При осуществлении перевозки баллонов одиночными бортовыми автомобилями КамАЗ — 53212 обеспечивается оптимальная себестоимость перемещения в размере 6837,5 руб./т.

Технологический проект позволяет ответить на вопрос: как перевозить рассматриваемый груз? Технологический проект включает в себя: организационную, техническую и экономическую подготовку. Особое внимание нужно уделять технической стороне. В табл. 3 показан

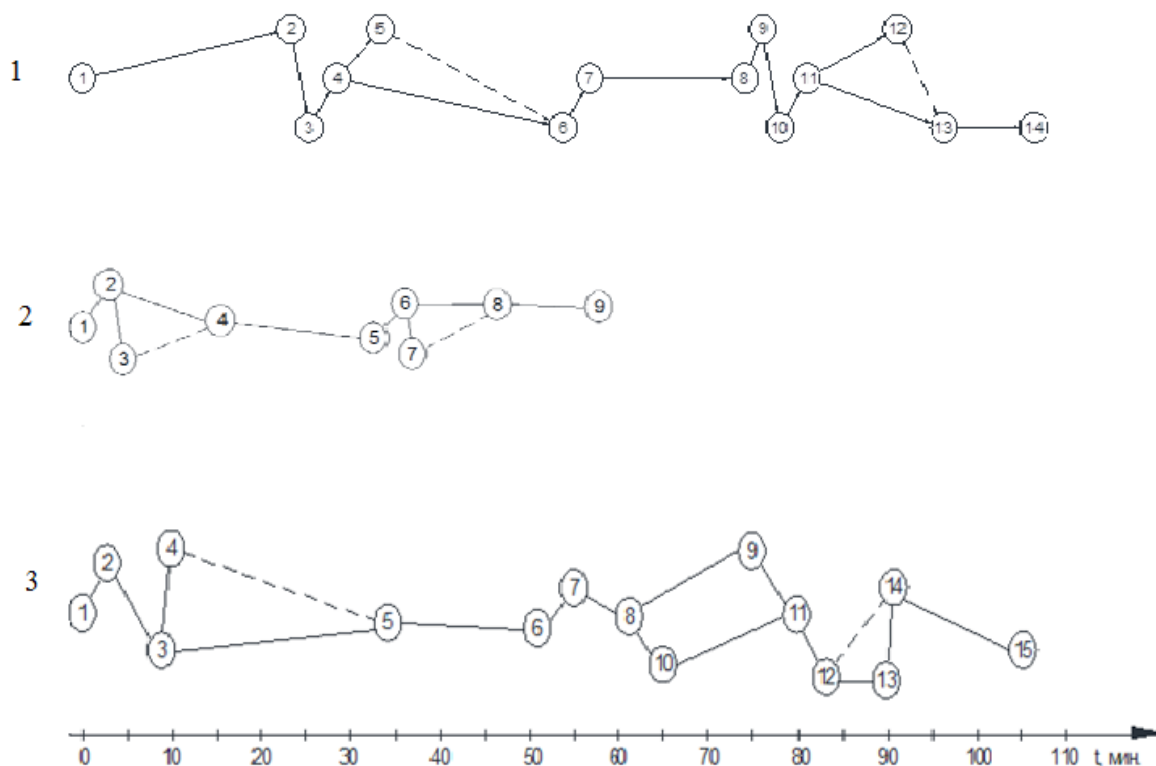


Рис. 3. Технологические схемы перевозки: 1 — при использовании бортового автомобиля КамАЗ — 53212, 2 — при использовании КМУ, 3 — при использовании автопоезда КамАЗ — 53212 + НЕФАЗ –8332

Таблица 2. Расчетные показатели технологических схем перевозки баллонов по г. Волгограду

№	Технологическая схема перевозки	Время транспортного цикла, мин	Себестоимость перевозки, руб./т	Себестоимость перемещения груза, руб./т	Объем перевозки, т/сут.
1	КамАЗ — 53212	105	3550	6837,5	16
2	КМУ	57	3720	7725	16
3	КамАЗ — 53212 + НЕФАЗ — 8332	110	5750	13740	32

разработанный технологический проект перевозки кислорода [4, 5].

Объемы потребностей кислорода по потребителям и кратчайшие расстояния представлены в табл. 4. Обозначения: A_1 — кислородный завод (поставщик); B_1 — завод «Красный Октябрь», B_2, B_3, B_4 , — городские клинические больницы № 4, 12, 25, B_5 — завод «Баррикады» (потребители). Схема дорожной сети представлена на рис. 4.

Используя методику, представленную в работе «Организация процесса перевозки молочной продукции с использованием логистического подхода», выполнена маршрутизация перевозки кислорода [1]. Получен маршрут: $A_1 — B_5 — B_1 — B_4 — B_3 — B_2 — A_1$; $\beta_c=0,8$; $\gamma_c=0,9$.

Повышение производительности подвижного состава в настоящее время является ключевым направлением снижения себестоимости перевозок. Для повышения

производительности определим степень влияния технико-эксплуатационных показателей на производительность с помощью характеристического графика производительности автомобиля. На рис. 5 показан характеристический график производительности автомобиля КамАЗ-53212 при организации перевозки кислорода на полученном маршруте.

Влияние технико-эксплуатационных показателей на производительность автомобиля КамАЗ-53212 представлено в табл. 5. Наибольшее влияние оказывает коэффициент использования грузоподъемности и коэффициент использования пробега. Большие потери времени связаны с простоем под погрузкой. С целью снижения потерь в погрузочном пункте мы предлагаем рассмотреть организацию погрузки при использовании двух погрузочных постов.

Таблица 3. Технологический проект перевозки

Кислород в баллонах		ул. Тракторостроителей, 19 А — пр. Ленина, 110			
1. Характеристика груза					
1.1 Краткое описание физических свойств груза: нетоксичный и окисляющий газ; температура кипения -182 °С; критическая температура -118 °С.					
1.2 Способ укладки: баллоны в кассетах.					
Тара	Габаритные размеры груза		Объем, л	Масса баллона, кг	Рабочее давление, МПа
	Высота, мм	Наружный диаметр баллона, мм			
Баллон	1390	219	40	67	15
1.3 Тип кузова подвижного состава, необходимого для перевозки груза: бортовая платформа.					
Параметры			Единица измерения	Значение параметра	
2. Объем перевозок и грузопотока					
2.1 годовой объем перевозок			т	4160	
2.2 объем партии			т	16	
2.3 продолжительность перевозок одной партии			ч	1,83	
2.4 количество партий за год			ед.	260	
2.5 величина грузопотока			т	4160	
2.6 суточный объем перевозок			т/сут.	16	
2.7 стоимость перевозимого груза			руб./т	70400	
2.8 расстояние транспортирования			км	5	
3. Этап погрузки/ разгрузки					
3.1 способ погрузки/разгрузки			механизированный		
3.2 тип погрузочного и разгрузочного механизма			Кран-балка		
3.3 модель			ICEBERG-2		
3.4 время пребывания автомобиля в пункте погрузки/разгрузки			ч	0,33/0,28	
3.5 суммарные затраты на погрузо-разгрузочные работы			руб.	52600	
3.6 себестоимость погрузки/разгрузки			руб.	1820/1467	
3.8 продолжительность работы пункта погрузки/разгрузки			ч	8/8	
4. Этап транспортирования					
4.1 вид			автомобильный транспорт		
4.2 тип			бортовой автомобиль		
4.3 модель			КамАЗ — 53212		
4.4 время на одну езду в среднем			ч	1,83	
4.5 техническая скорость			км/ч	40	
4.6 коэффициент использования грузоподъемности			-	0,9	
4.7 коэффициент использования пробега за езду			-	0,8	
4.8 продолжительность работы в сутки			ч	8	
4.9 производительность единицы ПС за смену			т/сут.	16	
4.10 затраты на транспортирование			руб.	56800	
4.11 себестоимость транспортирования			руб./т	3550	
5. Себестоимость перемещения			руб./т	6837,5	

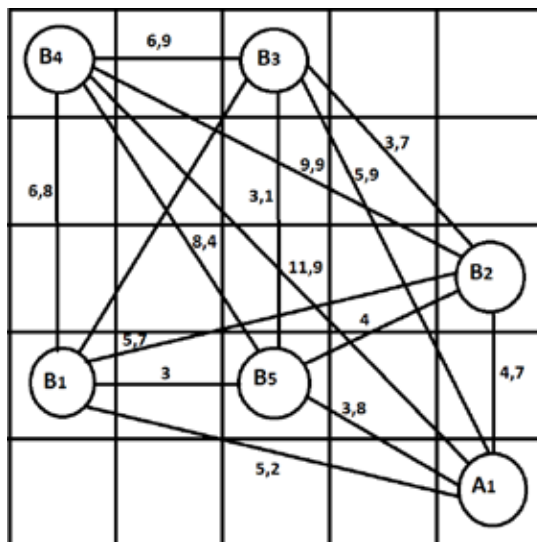


Рис. 4. Схема дорожной сети

Таблица 4. Объемы потребностей кислорода и кратчайшие расстояния между грузообразующим и грузопоглощающими пунктами

№ пункта	A ₁	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅	Объемы кислорода, т/сут.
A ₁	0	5,2	4,7	5,9	11,9	3,8	16
B ₁	5,2	0	5,7	3,9	6,8	3	4
B ₂	4,7	5,7	0	3,7	9,9	4	2
B ₃	5,9	3,9	3,7	0	6,9	3,1	2
B ₄	11,9	6,8	9,9	6,9	0	8,4	2
B ₅	3,8	3	4	3,1	8,4	0	6

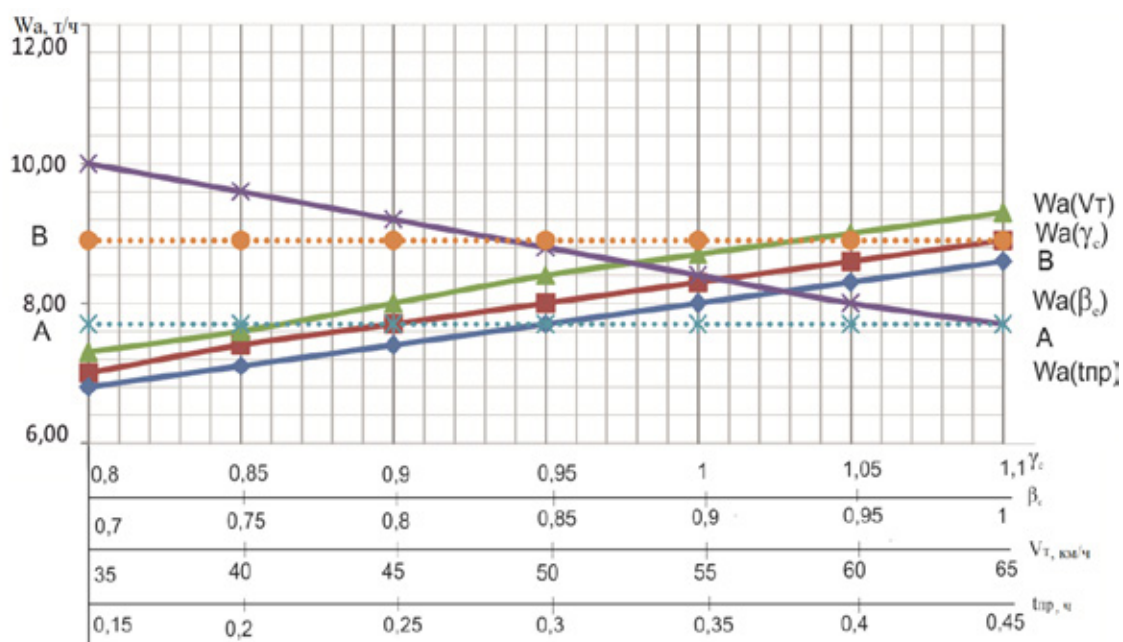


Рис. 5. Характеристический график производительности КамАЗ-53212

Таблица 5. Влияние технико-эксплуатационных показателей на производительность автомобиля КамАЗ-53212

Показатель	Значения показателей			
	γ_c	V_{tr} , км/ч	β_e	$t_{пр}$, ч
При базовой производительности (W_a)	0,9	40	0,85	0,33
При увеличении производительности на 15% ($1,15W_a$)	1,1	54	1	0,45
Приращение показателей (Δ , %)	22	35	17	-36

Важное значение сокращения времени пребывания в пункте погрузки является организация самой погрузки. При большом грузопотоке возможно организовать погрузку с большим количеством постов погрузки. В работе проведен расчет времени работы подвижного состава при организации работы одного и двух погрузочных постов. В табл. 6 и 7 представлено существующее и предложенное расписание работы автомобилей. Полученные результаты технико-эксплуатационных показателей представлены в табл. 8.

При организации работы в случае использования одного погрузочного пункта только первые три автомобиля

успевают выполнить вторую езду (в табл. 6 показано курсивом). При организации работы по второму предложенному варианту все пять автомобилей выполняют вторую езду во время работы.

При организации работы с двумя погрузочными пунктами возможно использовать не семь, а пять автомобилей, причем показатели использования пяти автомобилей будут выше, чем при использовании семи, результаты расчетов представлены в табл. 8.

Рассчитав годовую производительность грузового автомобиля в зависимости от количества постов на погрузочном

Таблица 6. Расписание работы автомобилей при одном погрузочном пункте

Номер автомобиля	Прибытие в пункт погрузки	Начало погрузки	Завершение погрузки	Время прибытия к потребителю	Время прибытия на завод
1) В 838 МА	8:28	8:30	8:30	10:50	12:25
2) К 597 НЕ	8:28	8:30	9:10	11:33	13:08
3) В 218 ОА	9:08	9:10	9:50	12:13	13:48
4) О 314 СК	9:48	9:50	10:30	12:53	14:28
5) Е 115 КР	10:28	10:30	11:10	13:33	15:08
6) Н 637 ВР	11:08	11:10	11:50	14:13	15:48
7) Е 336 НТ	11:48	11:50	12:30	14:53	16:28
1) В 838 МА	12:25	12:30	13:10	15:33	17:52
2) К 597 НЕ	13:08	13:10	13:50	16:13	18:32
3) В 218 ОА	13:48	13:50	14:30	16:53	19:12

Таблица 7. Расписание работы автомобилей при двух погрузочных пунктах

Номер автомобиля	Прибытие в пункт погрузки	Начало погрузки	Завершение погрузки	Время прибытия к потребителю	Время прибытия на завод
1) В 838 МА	8:28	8:30	8:50	10:50	12:25
2) К 597 НЕ	8:28	8:30	9:10	11:33	13:08
3) В 218 ОА	9:08	9:10	9:50	12:13	13:48
4) О 314 СК	8:28	8:30	9:10	10:50	13:08
5) Е 115 КР	9:08	9:10	9:50	11:33	13:48
1) В 838 МА	12:25	12:30	13:10	15:33	17:52
2) К 597 НЕ	13:08	13:10	13:50	16:13	18:32
3) В 218 ОА	13:48	13:50	14:30	16:53	19:12
4) О 314 СК	12:25	12:30	13:10	15:33	17:52
5) Е 115 КР	13:08	13:10	13:50	16:13	18:32

Таблица 8. Полученные результаты технико-эксплуатационных показателей для двух вариантов работы погрузочного пункта

Показатель	Единицы измерения	Обозначение	Один пост 7 авт.	Два поста 5 авт.
Количество ездов в год	езд.	$n_{ег}$	2550	3315
Автомобиле-часы в наряде	авт./ч	$AЧ_n$	11877,63	15440,9
Автомобиле дни в хозяйстве	авт./дн.	$AД_c$	2555	2555
Автомобиле-дни в работе	авт./дн.	$AД_{сэ}$	1785	1785
Объем перевозок за год	т	Q	18513	24066,9
Годовая производительность единицы подвижного состава	т/год	W_r	2644	3438

пункте получаем, что при работе двух постов погрузки-разгрузки производительность увеличивается в 1,3 раза.

Снижение себестоимости перевозки напрямую связано со снижением постоянных затрат. При использовании двух постов погрузки-разгрузки, количество автомобилей снижается с семи до пяти единиц. Использование пяти автомобилей обеспечивает меньшие затраты, связанные

с амортизационными отчислениями и налогами.

На основании приведенных расчетов, можно сделать вывод о том, что погрузочно-разгрузочному пункту завода необходимо организовать второй пост погрузки-разгрузки. Данное мероприятие позволяет снизить затраты на перевозку кислорода и более рационально использовать производные возможности.

Литература:

1. Волков, П. А. Организация процесса перевозки молочной продукции с использованием логистического подхода / Волков П. А., Куликов А. В., Фирсова С. Ю. // Сборник научных трудов SWorld. Междунар. науч.-практ. конф., 16–26 декабря 2014 г. Т. 1. Транспорт. Транспорт и логистические системы / Одес. нац. морской ун-т [и др.]. — Одесса, 2014. — с. 26–31.
2. Горев, А. Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие / А. Э. Горев. — 2 — е изд., перераб. и доп. — Москва: Академия, 2008. — 288 с.
3. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. — Москва: Горячая линия — Телеком, 2006. — 560 с.
4. ГОСТ 6331–78. Кислород жидкий технический и медицинский. Общие технические условия. — Взамен ГОСТ 6331–68; введ. 01.01.80. — Москва: Изд-во стандартов, 1998. — 25 с.
5. ГОСТ 19433–88. Грузы опасные. Классификация и маркировка. Общие технические условия. — Взамен ГОСТ 19433–81; введ. 01.01.90. — Москва: Изд-во стандартов, 1998. — 46 с.
6. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов, ДОПОГ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121040 (дата обращения 02.12.2016).
7. Кодекс внутреннего водного транспорта РФ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://kvvt.ru/glava-11/st-86-kvvt-rf/kommentarii> (дата обращения 12.12.2016).
8. Клепик, Н. К. Статическая обработка эксперимента в задачах автомобильного транспорта: учеб. пособие / Н. К. Клепик; ВолгГТУ. — Волгоград: Политехник, 1995. — 96 с.
9. Куликов, А. В. Применение рациональных технологических схем перевозки строительных грузов как одно из направлений снижения стоимости объектов жилищного строительства / Куликов А. В., Фирсова С. Ю. // Актуальные проблемы стратегии развития Волгограда: сб. ст. / Администрация г. Волгограда, МУП «Городские вести». — Волгоград, 2012. — С. 32–34.
10. Куликов, А. В. Снижение транспортных затрат за счёт применения эффективной технологической схемы перевозки строительных грузов / Куликов А. В., Фирсова С. Ю. // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. — Волгоград, 2013. — № 10 (113). — С. 72–75.

Совершенствование организации перевозки асфальтобетонной и цементобетонной смесей на объекты дорожного строительства

Куликов Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент;

Шляхтурова Анна Геннадьевна, студент;

Макушкина Елена Николаевна, студент

Волгоградский государственный технический университет

В данной работе были рассмотрены вопросы совершенствования организации перевозки асфальтобетонной и цементобетонной смесей на объекты дорожного строительства. Построен и проанализирован характеристический график производительности автомобиля-самосвала. Проведено ранжирование влияния технико-эксплуатационных показателей на производительность.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, цементобетонная смесь, производительность автомобиля-самосвала, характеристический график

Перевозка цементобетонных и асфальтобетонных смесей является срочным видом перевозок. Эти смеси должны быть доставлены на строительный объект от места приготовления (завод) в возможно короткий срок точно к заданному времени. При продолжительном нахождении этих смесей в пути происходит снижение их качеств, цементобетонная смесь может затвердеть, а ас-

фальтобетонная смесь остыть, что делает невозможным их использование по назначению. От правильной организации работы транспорта существенно зависят продолжительность и себестоимость всего ремонта и строительства дороги в целом.

Особенностью данного процесса является постоянное изменение местоположения ремонтируемых участков

дорог по отношению к заводу, а также их характеристики. Следовательно, возникает задача совершенствования организации работы автомобильного транспорта таким образом, чтобы обеспечить выполнения всего комплекса работ в заданные сроки с соблюдением всех технологических норм с минимальными эксплуатационными затратами. С этой целью необходимо разработать средства и

алгоритмы оперативного планирования работы автомобильного транспорта в системах дорожного строительства.

На рис. 1 видно, что с 2007 г. по 2014 г. протяженность автомобильных дорог Волгоградской области выросла на 6555 км или 23,8%, это связано с ростом спроса на автомобильные перевозки, численности парка автотранспортных средств и уровня автомобилизации [1].

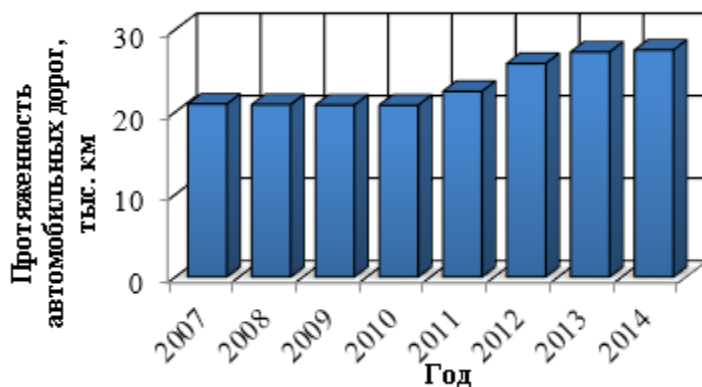


Рис. 1. Протяженность автомобильных дорог Волгоградской области

Дорожные работы можно разделить на три категории:

1. Ямочный ремонт (Рассмотрен в работе «Маршрутизация перевозки асфальтобетонной смеси») [2];
2. Реконструкция существующих автомобильных дорог;
3. Строительство новой автомобильной дороги.

По данным МАДИ за 2016 г. на магистральных автомобильных дорогах преобладают нежесткие дорожные одежды с асфальтобетонными покрытиями (97%) и только 3% дорог с усовершенствованными покрытиями имеют цементобетонные покрытия.

Колейность асфальтобетонных покрытий, трещины и неровности на дорогах свидетельствуют об исчерпании несущей способности дорожных одежд данного типа. Постоянно растут объемы «недоработки» дорог с асфальтобетонным покрытием.

Преимущества асфальтобетонных покрытий: экономичность (по сравнению с бетоном, стоимость асфальта меньше, кроме того, строительство дороги из асфальта занимает меньше времени); вторичная переработка (асфальт производится из переработанного сырья); простое обслуживание (можно отремонтировать только часть дороги, асфальтобетонную смесь можно укладывать на старый слой асфальтированной дороги).

Основные преимущества дорожных одежд с цементобетонными покрытиями заключаются в том, что при примерно одинаковой строительной стоимости, они обеспечивают значительно более долгий срок службы по сравнению с асфальтобетонными покрытиями. К тому же они требуют значительно меньших затрат на ремонт, а также для того, чтобы обеспечить в перспективе возможность повышения грузоподъемности дорожного по-

крытия в случае увеличения массы автомашин и интенсивности движения. Цементобетон более вынослив к действию знакопеременных нагрузок. Кроме того, цементобетонные покрытия обеспечивают более безопасную эксплуатацию за счет светлого цвета полотна и высокого сцепления.

Основные качества цементобетонных покрытий, которые не оставляют сомнений в их преимуществе перед асфальтобетоном: существенно большая прочность цементобетона в сравнении с асфальтобетоном; стабильность деформативных свойств цементобетона при изменении температуры; рост прочности цементобетона во времени при благоприятных условиях эксплуатации; доступность оборудования для скоростного строительства бетонных покрытий с высокими показателями ровности; высокая износостойкость, морозостойкость дорожного бетона; срок службы покрытий до капитального ремонта при высоком качестве строительства и нормальной эксплуатации может достигать 50 лет; стабильность коэффициента сцепления покрытия с колесами автомобилей, слабая его зависимость от степени увлажнения [3].

В настоящее время при строительстве новых участков автомобильной дороги М6 «Каспий» Волгоградской области (рис. 2) применяют цементобетонную смесь.

На рис. 3 представлен внешний вид переносного цементобетонного завода, используемого при строительстве нового участка (рис. 2). Завод находится в непосредственной близости со строящейся дорогой. Предельное расстояние перевозки смеси составляет 30 км.

Для совершенствования организации и управления перевозочного процесса цементобетонной смеси на объекты дорожного строительства, а также обеспе-

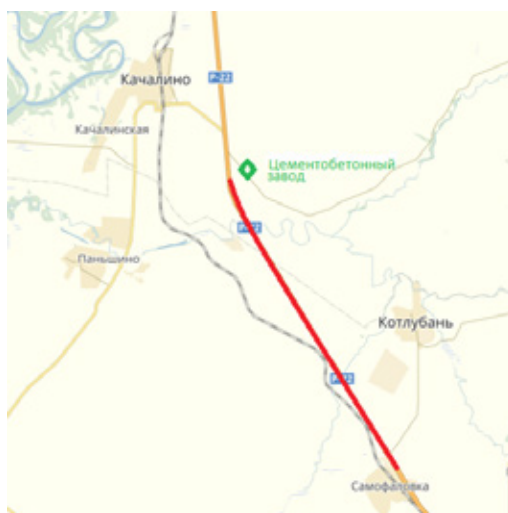


Рис. 2. Участок автомобильной дороги М6 «Каспий»



Рис. 3. Переносной цементобетонный завод

чения совмещения интересов звеньев логистической системы (цементобетонный завод, бетоноукладочное звено, транспортное звено), необходимо повысить производительность и снизить себестоимость всей системы в целом. Количественную оценку влияния технико-эксплуатационных показателей на производительность подвижного состава можно получить методом характеристических графиков [4].

Для перевозки цементобетонной смеси от цементобетонного завода до объекта дорожного строительства используют самосвал с задней разгрузкой кузова.

На рис. 4 представлен характеристический график производительности автомобиля-самосвала КамАЗ-55111.

Производительность автомобиля-самосвала определяется по формуле:

$$W_{\alpha} = \frac{q \cdot V_{\tau} \cdot \beta_e \cdot \gamma_c}{l_{\text{ср}} + V_{\tau} \cdot \beta_e \cdot t_{\text{пр}}}$$

Исходные данные: $l_{\text{ср}} = 13$ км, $V_{\tau} = 60$ км/ч, $\beta_e = 0,5$, $\gamma_c = 0,85$, $t_{\text{пр}} = 0,44$ ч, $q = 13$ т.

Характеристический график дает возможность определить наиболее рациональные методы повышения производительности автомобиля в данных конкретных условиях перевозок. Для этого все кривые наносят на график (рис. 4) только в тех пределах измерения данного показателя, которых практически можно достигнуть. Линия AA на этом графике определяет постоянную производительность при заданных значениях технико-эксплуатационных показателей. Для того чтобы, определить каким путем повысить производительность на 15%, проводится линия ВВ, которая и определяет необходимый уровень повышения значения любого из технико-эксплуатационных показателей [5].

Проанализировав таблицу 1, можно сделать вывод, что наибольшее положительное влияние на производительность автомобиля КамАЗ — 55111 оказывают коэффициент использования грузоподъемности (γ_c) и время выполнения погрузо-разгрузочных работ ($t_{\text{пр}}$). Повышение производительности приводит к снижению себестоимости перевозки и обеспечивает уменьшение времени строительства и ремонта автомобильной дороги.

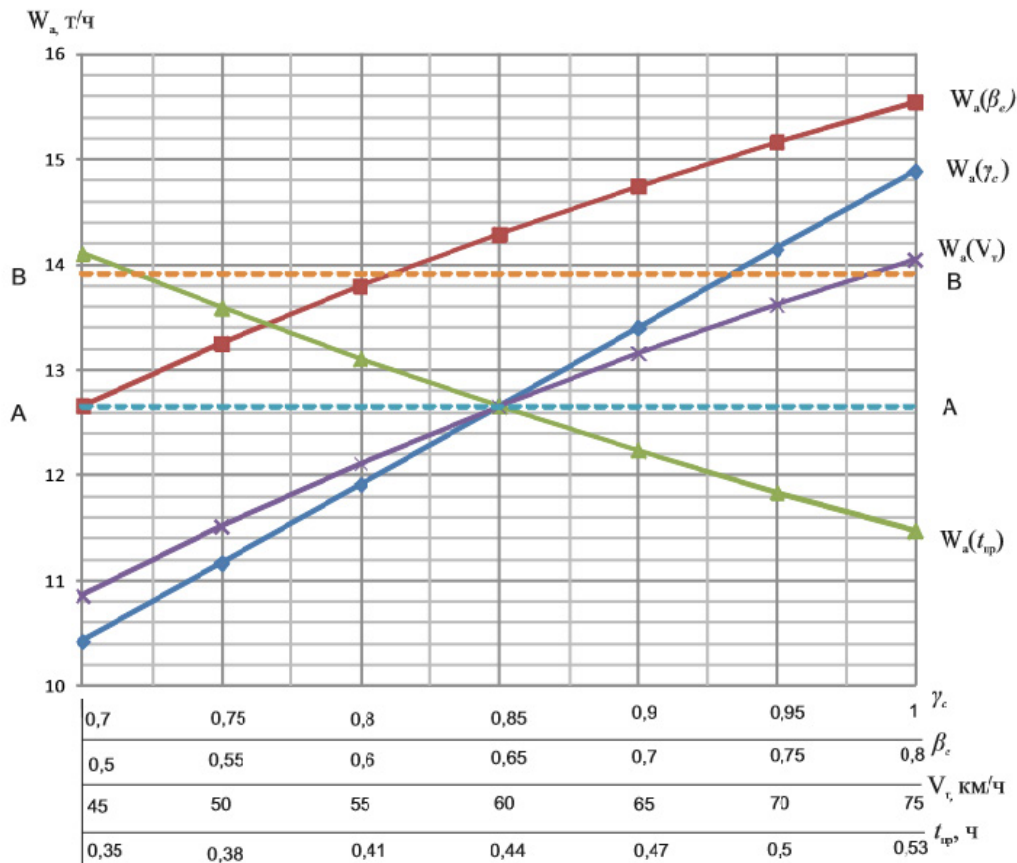


Рис. 4. Характеристический график производительности КамАЗ — 55111

Таблица 1. Влияние технико-эксплуатационных показателей на производительность

Показатель	Значение показателя			
	γ	V_{tr} , км/ч	β_e	t_{np} , ч.
При базовой производительности (W_a)	0,85	60	0,5	0,44
При увеличении производительности на 15% ($1,15 \cdot W_a$)	0,91	72	0,61	0,36
Приращение показателей (Δ , %)	7	20	22	-18

Литература:

1. Протяженность автомобильных дорог. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://volgastat.gks.ru/> (дата обращения 16.12.2016).
2. Маршрутизация перевозки асфальтобетонной смеси / А. В. Куликов, М. О. Карпушко // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России: матер. VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 15–17 мая 2012 г., Волгоград / М-во образования и науки Росс. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Волгоград: ВолГАСУ, 2012. — с. 196–202.
3. Преимущества цементобетонной смеси [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://anrb.ru/publication/read/2653> (дата обращения 16.12.2016)
4. Особенности организации перевозочного процесса асфальтобетонной смеси / А. В. Куликов, М. О. Карпушко // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России: матер. VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 15–17 мая 2012 г., Волгоград / М-во образования и науки Росс. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Волгоград: ВолГАСУ, 2012. — с. 192–196.
5. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник для вузов / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. — М.: Горячая линия — Телеком. 2007. — 560 с.

Моделирование характеристик солнечного модуля

Лысенко Виктор Сергеевич, магистрант;
 Гафаров Артур Айратович, магистрант;
 Смородин Георгий Сергеевич, ассистент
 Омский государственный технический университет

В данной статье представлена модель фотоэлектрического модуля, реализованная в среде Matlab. Модель основывается на уравнениях, описывающих вольт-амперные характеристики. Разработанная модель дает возможность исследовать вольт-амперные и ватт-вольтные характеристики фотоэлектрического модуля в зависимости от температуры и интенсивности солнечного излучения.

Ключевые слова: фотоэлектрический солнечный модуль, моделирование, вольт-амперные характеристики

За последние годы тенденция в использовании источников возобновляемой энергии резко возросла. Большое пространство, как в России, так и за рубежом получила солнечная энергия. Основными преимуществами солнечной энергии является: возобновляемость, обильность, постоянство, доступность, экологическая чистота, бесшумность, экономичность, инновационные технологии.

Из-за большого применения фотоэлектрических панелей появилась необходимость точного определения параметров и характеристик модулей. На практике, для изучения характеристик солнечных панелей широко применяется математическая модель, основанная на эквивалентной электрической схеме фотоэлектрического элемента и формуле полного тока солнечного элемента с единичной площади:

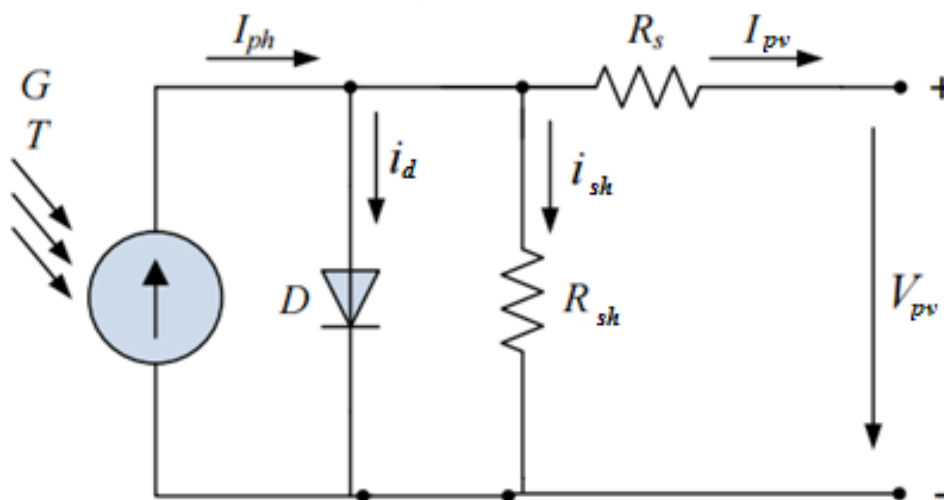


Рис. 1. Эквивалентная схема солнечного элемента

Характеристическое уравнение можно вывести непосредственно с помощью закона Кирхгофа:

$$I_{pv} = I_{ph} - I_d - I_{sh}, \tag{1}$$

где I_{ph} — фототок, зависящий от плотности солнечного излучения, А;

I_d — ток, протекающий через диод;

I_{sh} — ток, протекающий через шунтирующее сопротивление R_{sh} .

Ток, протекающий через диод, записывается следующим образом:

$$I_d = I_{sc} \left(e^{\frac{q(U_{pv} + R_s I_{pv})}{nkT}} - 1 \right) \tag{2}$$

где I_{sc} — обратный ток насыщения диодов, А; q — заряд одного электрона ($1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл); k — постоянная Больцмана ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); T — температура перехода в градусах Кельвина, К; n — коэффициент, зависящий от материала СЭ; R_s — последовательное сопротивление, Ом; R_{sh} — шунтирующее сопротивление, Ом.

При помощи коэффициента n можно учесть свойства материала, который был применен при производстве солнечного элемента. Значения данного коэффициента может варьироваться от 1 до 2 (в некоторых случаях бывает более 2) и зависит от материала, из которого изготовлен элемент.

В свою очередь ток

$$I_{sh} = \frac{U_{pv} + R_s I_{pv}}{R_{sh}} \tag{3}$$

Зависимость между током фотоэлектрического элемента и напряжением на клеммах может быть описана уравнением следующего вида:

$$I_{pv} = I_{ph} - I_{sc} \left(e^{\frac{q(U_{pv} + R_s I_{pv})}{nkT}} - 1 \right) - \frac{U_{pv} + R_s I_{pv}}{R_{sh}} \tag{4}$$

При помощи описанной выше математической модели можно изучить вольт-амперные характеристики определенных солнечных элементов. Для решения таких задач разумно использовать методы компьютерного программирования. Программный комплекс Matlab реализует принцип визуального программирования. Библиотека Simulink разработана специально для моделирования электрических процессов различной сложности. В ходе разработки модели воспользовались литературой [1, 2]. При помощи стандартных блоков реализуем модель солнечного элемента, она будет выглядеть следующим образом:

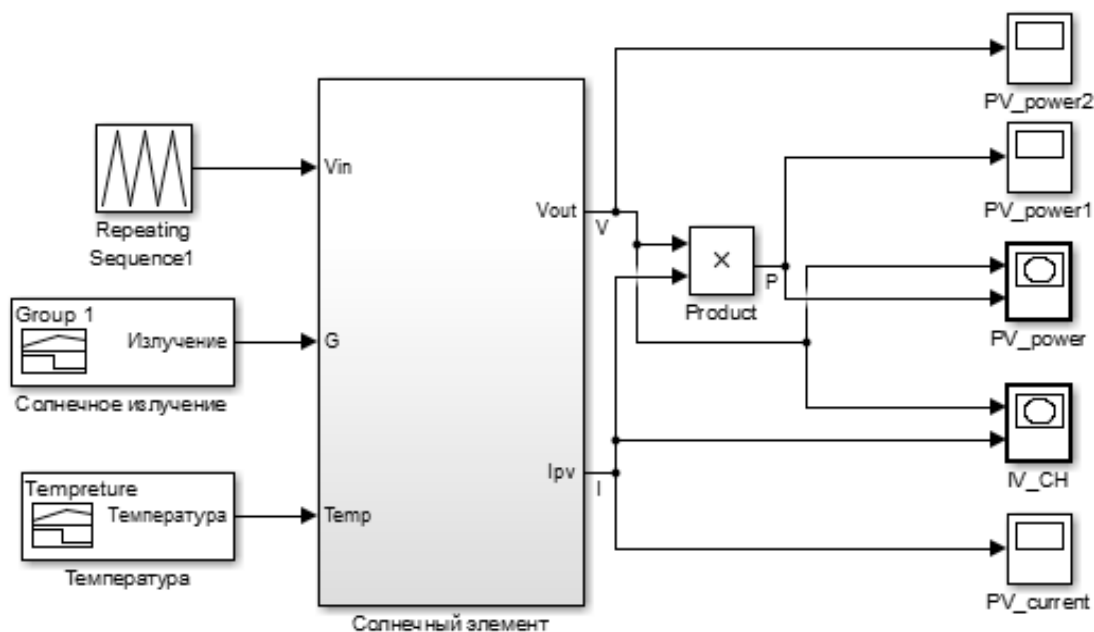


Рис. 2. Модель фотоэлектрического элемента в программном комплексе Matlab

Разработанная модель дает возможность фиксировать основные параметры солнечного модуля. При моделировании не учитывалась возможность частичного затемнения поверхности солнечного модуля. Это ограничение дает возможность применять классические аналитические выражения. На рисунках 3 и 4 представлены результаты моделирования.

На рисунке 3 представлено семейство вольт-амперных характеристик при постоянной температуре 25 °C и изменяемом солнечном излучении от 250 до 1000 Вт/м² с шагом 250 Вт/м².

Кривые ватт-вольтных характеристик при аналогичных условиях моделирования можно увидеть на рисунке 4.

Вывод.

Реализованная модель фотоэлектрического модуля в среде Matlab в данной работе дает возможность исследования вольт-амперных и ватт-вольтных характеристик фотоэлектрического модуля в соответствии с изменяющимися параметрами окружающей среды.

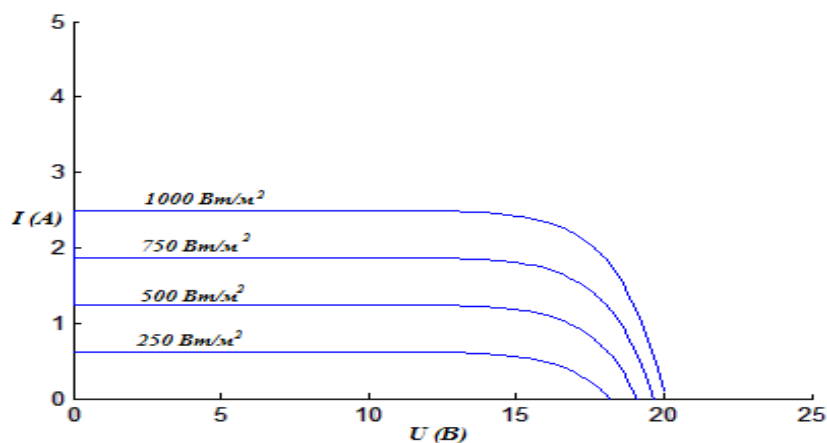


Рис. 3. Семейство вольт-амперных характеристик при различных уровнях солнечного излучения

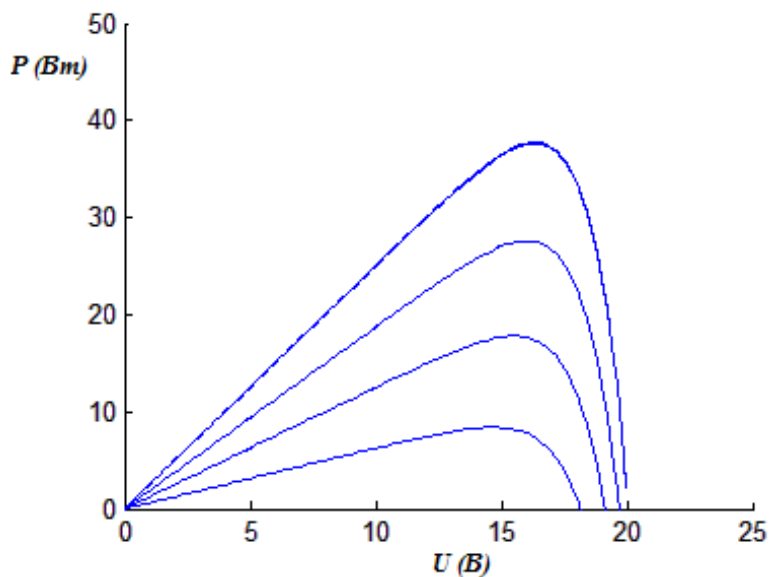


Рис. 4. Семейство ватт-вольтных характеристик при различных уровнях солнечного излучения

Литература:

1. Бордина, Н.М. Моделирование вольт-амперных характеристик солнечных элементов и солнечных батарей [Текст] / Н.М. Бордина, В.А. Летин // Электротехническая промышленность. — М.: Информэлектро. — 1986. — 64 с.
2. Rodrigues, E. M. G. et al. Simulation of a solar cell considering single-diode equivalent circuit model // International conference on renewable energies and power quality, Spain. — 2011. — с. 13–15.

Проектирование релейной защиты понижающей подстанции с применением имитационного моделирования аварийного режима

Мирошник Вадим Юрьевич, магистрант;
Соколов Павел Сергеевич, магистрант
Омский государственный технический университет

Приведены результаты моделирования короткого замыкания на примере понижающей подстанции 110/10 кВ. Исследования на основе уточненного расчета короткого замыкания и математического моделирования на ЭВМ с применением системы Matlab — Simulink. Представлена модель подстанции и реализация и срабатывание выключателя в системе Matlab. Приведены временные диаграммы тока и напряжения во время короткого замыкания на высокой стороне.

Ключевые слова: моделирование подстанции 110/10 кВ, короткое замыкание, Matlab — Simulink

Для обеспечения устойчивой работы системы электро-снабжения (СЭС) необходимо учитывать её сложность и характерные свойства как в нормальных, так и в переходных режимах. Для этого необходимо предъявлять повышенные требования к проектным разработкам, снижение потерь энергии и внедрение высоконадежного оборудования [1–3].

Для СЭС характерно единое построение рациональной схемы, выбора силовой и коммутационной аппаратуры, устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) [4].

Устройства РЗА, качество которых возрастает, влияют на надежность, устойчивость и качество СЭС в целом.

РЗА представляет собой систему из отдельных устройств, которые позволят своевременно реагировать на аварийные режим, отключать поврежденные элементы СЭС и определения места аварии. Для своевременной фиксации превышения аварийных значений используется метод расчета «уставок» в каждом микропроцессорном устройстве [1].

Исследования в данной статье выполнены на основе уточненного расчета короткого замыкания и математического моделирования на ЭВМ с применением системы Matlab — Simulink.

Зная мощность системы, тип трансформаторов, двигателей, длины линий и типы микропроцессорных защит (табл. 1–3), представленные на рис. 1 выбрали [5–7]:

- отходящие линии;
- токи КЗ в точках указанных на рис. 1.

Заданные параметры системы и подстанции.

Мощность системы $S_{GH} = 1900$ МВА

Выбрав основное электрооборудования по формулам ниже были получены максимальные трехфазные токи КЗ, с помощью уточненного расчета, в точках K_1 - K_2 (табл. 4).

$$I^{(3)}_{\dot{e}-n, \max} = \frac{E_{q \max} \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{\dot{e}-n, \max}} \quad (1)$$

Таблица 1. Паспортные данные выбранных линий

№ Линии	Тип линии	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	Длина линий, км
W1, W2	АС — 70/11	0,0753	0,109	30
W3, W8	ААШв-10–3х70	0,155	0,0415	0,4
W4, W5, W6, W7	ААШв-10–3х95	0,468	0,0396	0,5

Таблица 2. Выбранные трансформаторы

Трансформатор	Тип трансформатора
T1	ТДН-16000/110/10
T2	ТСЗ-400

Таблица 3. Выбранные двигатели M1 и M2

Двигатель	Тип двигателя
M1, M2	АН-15–41–6

Таблица 4. Токи КЗ на стороне ВН

Ток КЗ	К-1	К-2	К-3	К-4	К-5
$I^{(3)}_{\max}, \text{KA}$	9,538	3,028	8,746	7,636	0,663

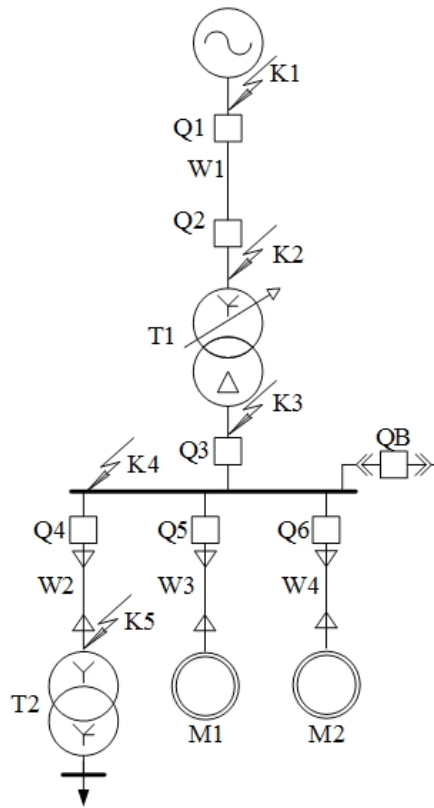


Рис. 1. Схема простой распределительной сети системы электроснабжения

По методическим расчетам микропроцессорных защит [8–9] были получены значения токов срабатывания: — токовых отсечек (без и с отстройкой по време-

мени), — максимальной токовой защиты. С помощью полученных токов построили карту селективности моделируемой схемы.

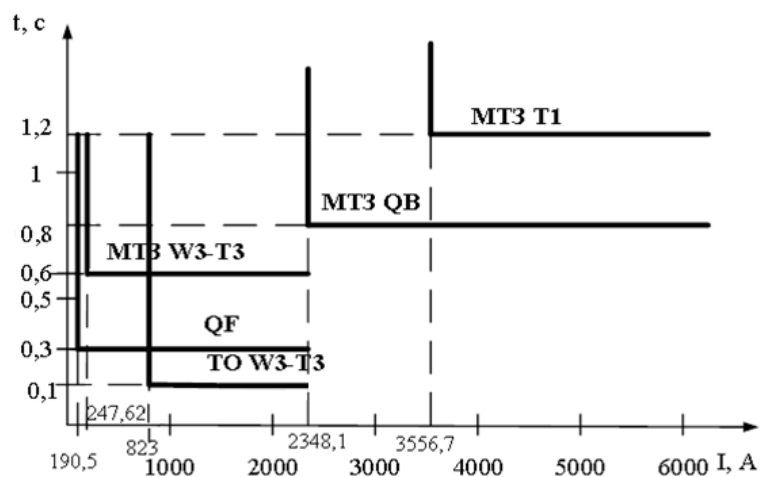


Рис. 2. Карта селективности токовых защит

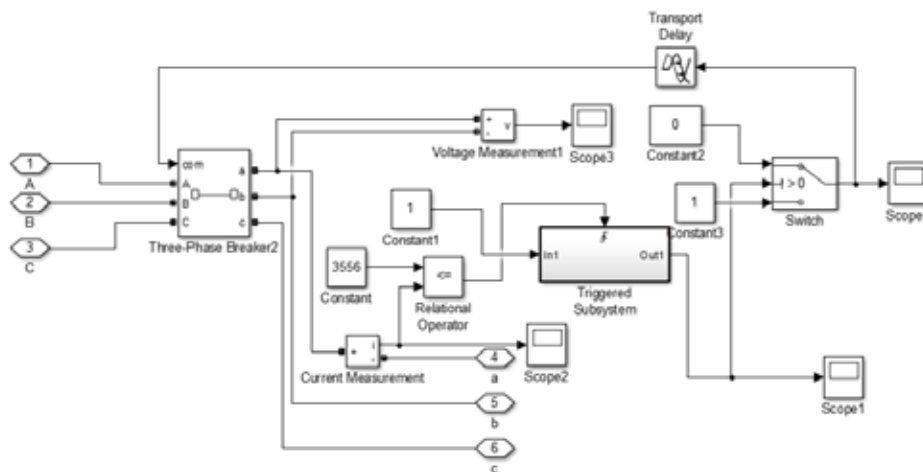


Рис. 3. Реализация выключателя в программе Matlab

Выключатель реализован в виде отдельных элементов и представлен на рис. 3

«Уставка» по времени реализована в блоке «Transport Delay», а «уставка» по току в виде константы, при достижении которой срабатывает блок «Switch» и отключает элемент сети.

Представим имитационное моделирование системы понижающей подстанции 110/10,5 кВ (в пакете программ

Matlab, Simulink) (рис. 1). Для облегченного расчета рассчитаем половину системы.

Рассмотрим КЗ в точке К-1.

Получаем временные диаграммы тока и напряжения (рис. 5–10)

По временным диаграммам видно, что в момент КЗ (рис. 7) ток больше 3556,7 А, наступающий через одну секунду работы системы, идет «просадка» напряжения

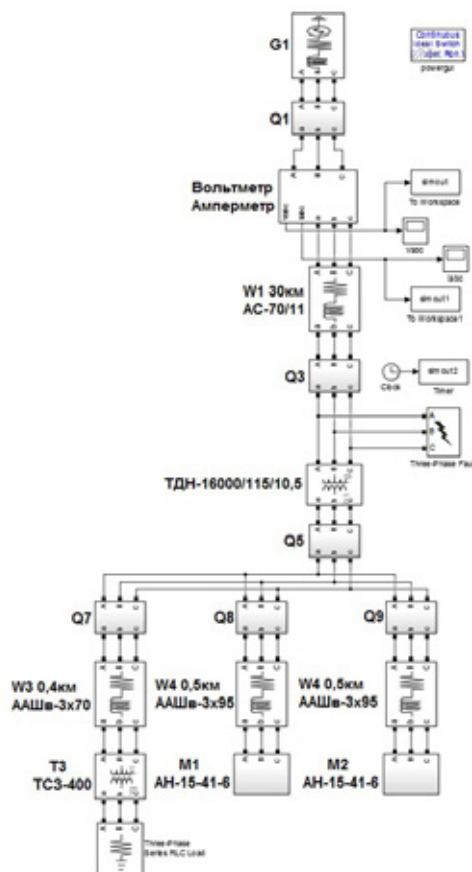


Рис. 4. Имитационная модель понижающей подстанции 110/10,5кВ

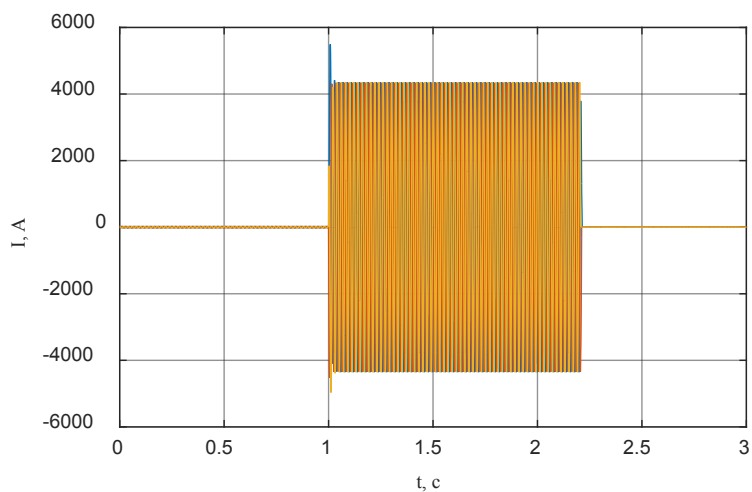


Рис. 5. Временная диаграмма тока полного времени моделирования

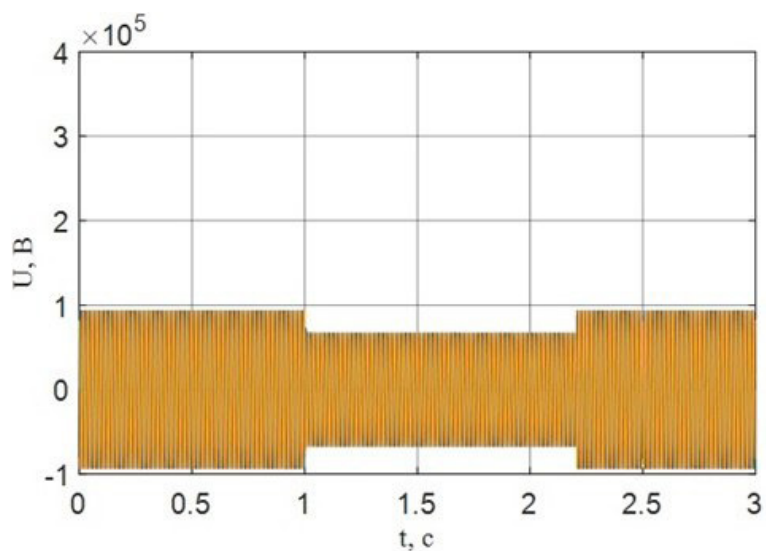


Рис. 6. Временная диаграмма напряжения полного времени моделирования

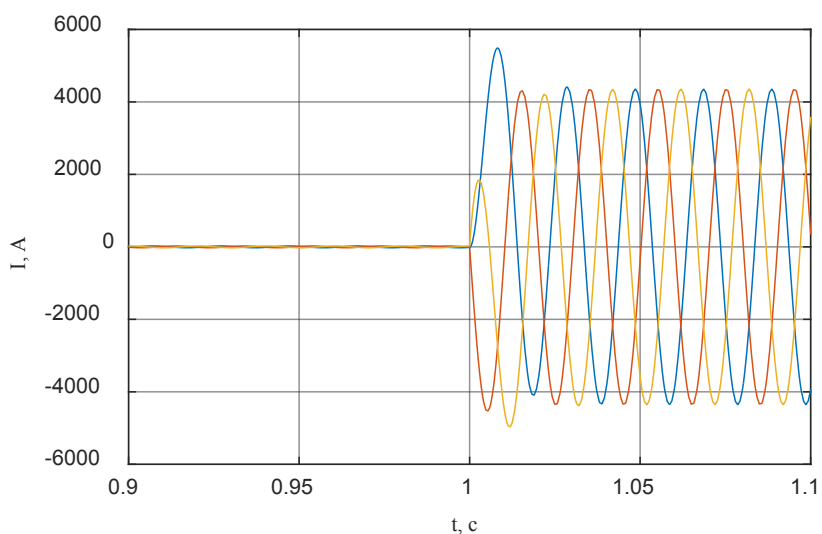


Рис. 7. Временная диаграмма тока в момент КЗ

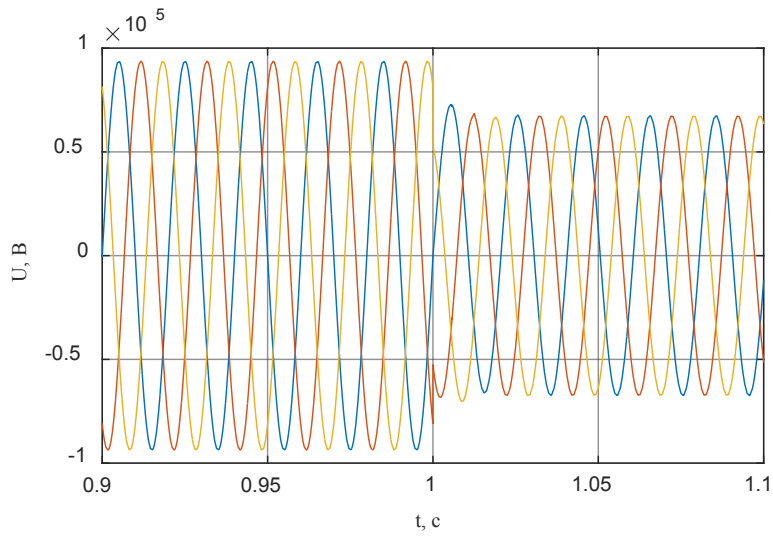


Рис. 8. Временная диаграмма напряжения в момент КЗ

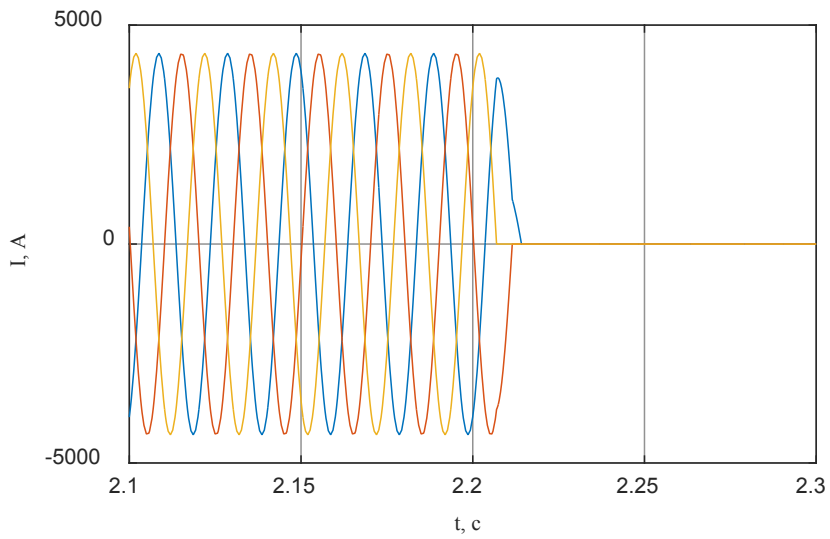


Рис. 9. Временная диаграмма тока в момент отключения Q1

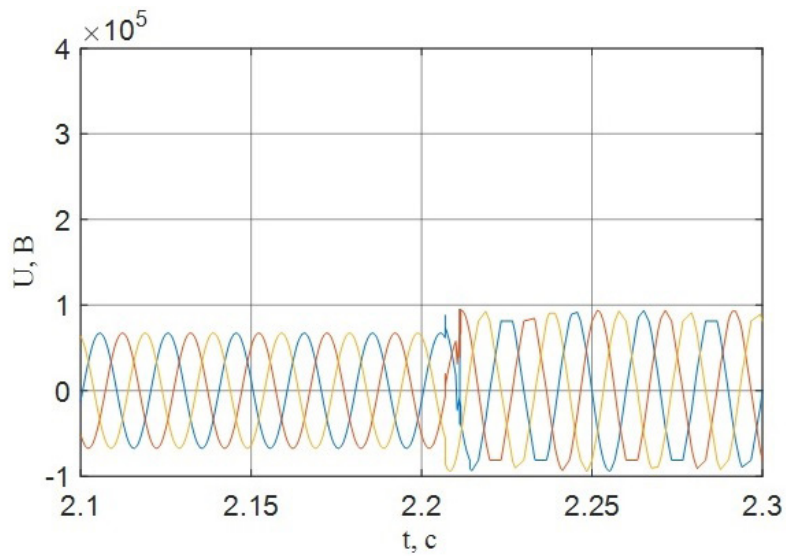


Рис. 10. Временная диаграмма напряжения в момент отключения выключателя Q1

(рис. 8). Выключатель Q1 срабатывает через 1,2 секунды, срабатывает выдержка по времени, установлена в блоке «Transport Delay». Выключатель Q1 работает согласно карте селективности (рис. 2). Полученные данные

совпадают с проведенными расчетами.

Предложенный вариант моделирования КЗ подходит для демонстрации и проверки расчетов на производстве и в учебном процессе.

Литература:

1. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. — Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. — 720 с.
2. Захаров, О.Г. Цифровые устройства релейной защиты электродвигателей. Алгоритмы и уставки (Часть 1). — М.: НТФ «Энергопрогресс», 2012. — 82 с.
3. Захаров, О.Г. Цифровые устройства релейной защиты электродвигателей. Алгоритмы и уставки (Часть 2). — М.: НТФ «Энергопрогресс», 2012. — 82 с.
4. Никитин, К.И. Релейная защита систем электроснабжения: конспект лекций. Омск: ОмГТУ, 2006. — 116 с.
5. Скрипко, В.К. «Выбор электрооборудования и релейной защиты внутризаводского электроснабжения промышленных предприятий»: Методические указания к курсовой работе. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. — 80 с.
6. «Справочник по проектированию электрических сетей» / под ред. Д.Л. Файбисовича. — 4-е издание, перераб. и доп. — М.: Энас, 2012. — 376 с.: ил.
7. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1989, — 592 с.: ил.
8. ЗАО «Радиус Автоматика». Микропроцессорное устройство защиты трансформатора «Сириус-Т». Руководство по эксплуатации, паспорт. — М., 2013.
9. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. — Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты, 2006. — 720 с.

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

Международный научный журнал
Выходит еженедельно

№ 29 (133) / 2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметов И. Г.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.
Иванова Ю. В.
Каленский А. В.
Куташов В. А.
Лактионов К. С.
Сараева Н. М.
Абдрасилов Т. К.
Авдеюк О. А.
Айдаров О. Т.
Алиева Т. И.
Ахметова В. В.
Брезгин В. С.
Данилов О. Е.
Дёмин А. В.
Дядюн К. В.
Желнова К. В.
Жуйкова Т. П.
Жураев Х. О.
Игнатова М. А.
Калдыбай К. К.
Кенесов А. А.
Коварда В. В.
Комогорцев М. Г.
Котляров А. В.
Кузьмина В. М.
Курпаяниди К. И.
Кучерявенко С. А.
Лескова Е. В.
Макеева И. А.
Матвиенко Е. В.
Матроскина Т. В.
Матусевич М. С.
Мусаева У. А.
Насимов М. О.
Паридинова Б. Ж.
Прончев Г. Б.
Семахин А. М.
Сенцов А. Э.
Сенюшкин Н. С.
Титова Е. И.
Ткаченко И. Г.

Фозилов С. Ф.

Яхина А. С.

Ячинова С. Н.

Международный редакционный совет:

Айрян З. Г. (Армения)
Арошидзе П. Л. (Грузия)
Атаев З. В. (Россия)
Ахмеденов К. М. (Казахстан)
Бидова Б. Б. (Россия)
Борисов В. В. (Украина)
Велковска Г. Ц. (Болгария)
Гайич Т. (Сербия)
Данатаров А. (Туркменистан)
Данилов А. М. (Россия)
Демидов А. А. (Россия)
Досманбетова З. Р. (Казахстан)
Ешиев А. М. (Кыргызстан)
Жолдошев С. Т. (Кыргызстан)
Игисинов Н. С. (Казахстан)
Кадыров К. Б. (Узбекистан)
Кайгородов И. Б. (Бразилия)
Каленский А. В. (Россия)
Козырева О. А. (Россия)
Колпак Е. П. (Россия)
Курпаяниди К. И. (Узбекистан)
Куташов В. А. (Россия)
Лю Цзюань (Китай)
Малес Л. В. (Украина)
Нагервадзе М. А. (Грузия)
Прокопьев Н. Я. (Россия)
Прокофьева М. А. (Казахстан)
Рахматуллин Р. Ю. (Россия)
Ребезов М. Б. (Россия)
Сорока Ю. Г. (Украина)
Узаков Г. Н. (Узбекистан)
Хоналиев Н. Х. (Таджикистан)
Хоссейни А. (Иран)
Шарипов А. К. (Казахстан)

Руководитель редакционного отдела: Кайнова Г. А.

Ответственные редакторы: Осянина Е. И., Вейса Л. Н.

Художник: Шишков Е. А.

Верстка: Бурьянов П. Я., Голубцов М. В., Майер О. В.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

почтовый: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231;

фактический: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

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

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Подписано в печать 04.01.2017. Тираж 500 экз.

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