

ISSN 2310-0370

СБОРНИК ВКЛЮЧЕН
В НАУКО-
МЕТРИЧЕСКУЮ БАЗУ

РИНЦ



nauchforum.ru

НаучФорум

Оставь свой след в науке



XXXIV Студенческая международная
заочная научно-практическая
конференция

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ
№ 5(34)**

г. МОСКВА, 2016



nauchforum.ru
НаучФорум
Оставь свой след в науке

МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 5 (34)
Май 2016 г.

Издается с марта 2013 года

Москва
2016

УДК 62+51
ББК 30+22.1
М 75

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Волков Владимир Петрович – канд. мед. наук, рецензент АНС «СибАК»;

Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

Захаров Роман Иванович – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последиplomного образования (РМАПО) г. Москва;

Зеленская Татьяна Евгеньевна – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

Карпенко Татьяна Михайловна – канд. филос. наук, рецензент АНС «СибАК»;

Копылов Алексей Филиппович – канд. тех. наук, доц. кафедры Радиотехники Института инженерной физики и радиоэлектроники Сибирского федерального университета, г. Красноярск;

Костылева Светлана Юрьевна – канд. экон. наук, канд. филол. наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

Попова Наталья Николаевна – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

Яковишина Татьяна Федоровна – канд. с.-х. наук, доц., заместитель заведующего кафедрой экологии и охраны окружающей среды Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, член Всеукраинской экологической Лиги.

М 75 Молодежный научный форум: Технические и математические науки.

Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой международной заочной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2016. – № 5 (3) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5\(34\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5(34).pdf)

Электронный сборник статей XXXIV студенческой международной заочной научно-практической конференции «Молодежный научный форум: Технические и математические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Сборник входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLIBRARY.RU.

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Секция 1. Архитектура, Строительство | 6 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ПК SCAD ДЛЯ РАСЧЕТА КАРКАСА ЗДАНИЯ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ | 6 |
| Матвейкин Артем Михайлович Попова Юлия Владимировна Кравченко Галина Михайловна | |
| Секция 2. Информационные технологии | 11 |
| ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ ИНТЕРНЕТ | 11 |
| Домрачева Татьяна Сергеевна Поначугин Александр Викторович | |
| МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО СОДЕРЖАНИЯ | 16 |
| Козлович Ирина Сергеевна Болодурина Ирина Павловна | |
| СРАВНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ | 23 |
| Кубарев Никита Александрович | |
| О СПОСОБАХ ПРЕДМЕТНОЙ МОТИВАЦИИ В УСЛОВИЯХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АТЕМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ | 28 |
| Кузнецов Алексей Васильевич Герасименко Сергей Алексеевич | |
| ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДБОРА ПАР ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОД С ЗАДААННЫМИ СВОЙСТВАМИ | 36 |
| Курлов Василий Васильевич Бурданова Екатерина Васильевна | |
| РОССИЯ В МИРОВОМ РАЗВИТИИ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ | 41 |
| Романова Наталья Анатольевна Поначугин Александр Викторович | |
| РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТАБИЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ | 47 |
| Солдатов Андрей Николаевич Болодурина Ирина Павловна | |

| | |
|--|------------|
| ВЫБОР CASE-СРЕДСТВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ Тугумбаева Дана Кажмукановна | 52 |
| ВЫЯВЛЕНИЕ ЛИДЕРОВ МНЕНИЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ Яшников Александр Юрьевич Болодурина Ирина Павловна | 59 |
| Секция 3. Математические науки | 66 |
| ЗОЛОТАЯ ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ Кибишева Алина Руслановна Аджиева Аида Анатольевна | 66 |
| СУЩЕСТВОВАНИЕ ОБЩЕЙ РЕШЁТКИ ДЛЯ ДЕВЯТИ ЭЛЕМЕНТОВ НА МНОЖЕСТВЕ ИЗ ПЯТИ ЭЛМЕНТОВ, ИМЕЮЩИХ ВЕРХНЮЮ И НИЖНЮЮ ГРАНИЦУ Мошкович Софья Михайловна Синицин Никита Александрович | 71 |
| ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА АСИНХРОННОГО ШИФРОВАНИЯ ЭЛЬ-ГАМАЛЯ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ Спиридонов Александр Анатольевич Филиппов Никита Сергеевич Додонова Наталья Леонидовна | 80 |
| ЗАДАЧА ОБ ОЖЕРЕЛЬЯХ. АЛГОРИТМЫ НАХОЖДЕНИЯ РЕШЕНИЙ. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗИЦИЯ ЗАДАЧИ Филипенко Анастасия Андреевна Химач Роман Андреевич Тишин Владимир Викторович | 90 |
| ТЕОРИЯ СПИСКОВ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ Чернов Роман Вячеславович Тишин Владимир Викторович | 99 |
| Секция 4. Материаловедение | 104 |
| СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ Апраксина Оксана Викторовна Гетмановский Юрий Андреевич | 104 |
| Секция 5. Машиностроение | 109 |
| ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЦЕПНАЯ ПЕРЕДАЧА Сахарчук Валентина Викторовна Бутенко Александр Фёдорович | 109 |

| | |
|--|------------|
| Секция 6. Metallургия | 116 |
| ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ КВАЗИРАВНОВЕСНОЙ СТРУКТУРЫ ЧХ8 ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ Fe-Si-Mg МОДИФИКАТОРОМ Шербутаев Нодирбек Илом угли | 116 |
| ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ХРУПКОМУ РАЗРУШЕНИЮ ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ ТРМОУПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ 16ГФР И 10Х2ФР Яшанов Олег Николаевич Яшанов Роман Николаевич Нуяндин Владимир Дмитриевич | 121 |
| Секция 7. Нанотехнологии | 128 |
| ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ НА АРСЕНИД ГАЛЛИЕВОЙ ПОДЛОЖКЕ Гапонова Юлия Сергеевна Чистоедова Инна Анатольевна | 128 |
| Секция 8. Радиотехника, Электроника | 133 |
| ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ Цехош Павел Иванович Кропачев Денис Юрьевич Захаренко Владимир Андреевич | 133 |
| Секция 9. Транспортные коммуникации | 140 |
| ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ДО ПИТАЮЩИХ ЛИНИЙ КОНТАКТНОЙ СЕТИ Боровских Алексей Дмитриевич | 140 |
| ИННОВАЦИИ В ЛОГИСТИКЕ Кривоножкина Надежда Валерьевна Назаренко Константин Сергеевич Карпова Наталья Петровна | 144 |
| Секция 10. Энергетика | 149 |
| МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВНУТРЕННИХ ПОЛОСТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ (МОВПТ) Садыков Тимур Саматович Горячев Сергей Вениаминович | 149 |

СЕКЦИЯ 1.

АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

ПРИМЕНЕНИЕ ПК SCAD ДЛЯ РАСЧЕТА КАРКАСА ЗДАНИЯ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Матвейкин Артем Михайлович

*студент 3 курса, кафедра теоретической механики АСА ДГТУ (бывш. РГСУ),
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Попова Юлия Владимировна

*студент 3 курса, кафедра теоретической механики АСА ДГТУ (бывш. РГСУ),
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Кравченко Галина Михайловна

*научный руководитель, канд. техн. наук, проф. АСА ДГТУ (бывш. РГСУ),
РФ, г. Ростов-на-Дону*

Геологические условия – это совокупность данных о рельефе местности, его происхождении и изменении с течением времени. Они включают сведения о составе и несущей способности грунтов, наличии активного протекания геологических процессов и изменений земной поверхности в результате техногенных факторов. К природным геологическим процессам относят карст, оползни, овраги, сели, снежные лавины, сейсмические и другие явления.

Вследствие того, что значительная часть территории земной поверхности имеет области, подверженные карстовым процессам, которые существенно усложняют строительство и эксплуатацию зданий, возникает необходимость расчета каркаса зданий с учетом карстовых провалов.

В настоящее время в России нет единые специальные нормы по проектированию зданий и сооружений в закарстованных районах. Они частично изложены в различных СНиП, что нередко затрудняет специалистам организовывать комплексный подход по защите сооружений от негативного воздействия карстового процесса на всех стадиях существования сооружений [2, с. 1].

Карстовые процессы могут менять рельеф вследствие своей природы, и моделирование каркаса здания в условиях изменчивости является трудоемким процессом.

Целью нашего расчета является выявление наибольших деформаций в различных местах образования карстовых воронок, а также подбор армирования фундаментной плиты, проведенного на базе обобщенных расчетных сочетаний усилий из системы «Вариация моделей». Для расчета использовалось здание двухэтажного детского сада в г. Ростове-на-Дону (рис. 1).

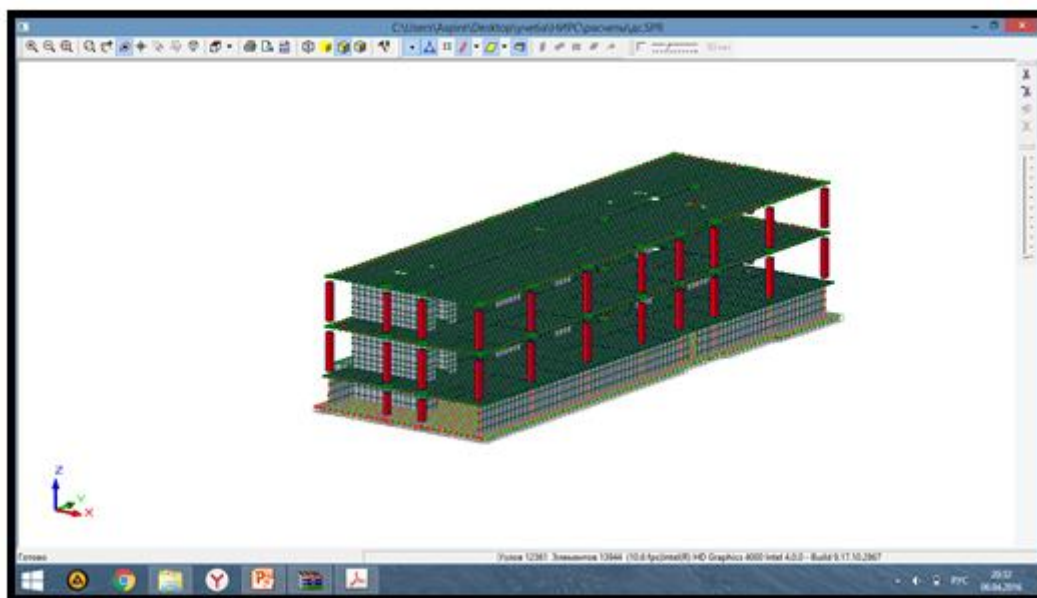


Рисунок 1. Каркас двухэтажного детского сада

Первый расчет проводился для конструкции на естественном основании без карстовой воронки. При этом были выявлены наиболее проблемные места в фундаментной плите: максимально нагруженные колонны, места с наибольшими перемещениями в фундаменте. По расчетам наибольшие прогибы достигают 26,5 мм в районе верхнего левого угла здания.

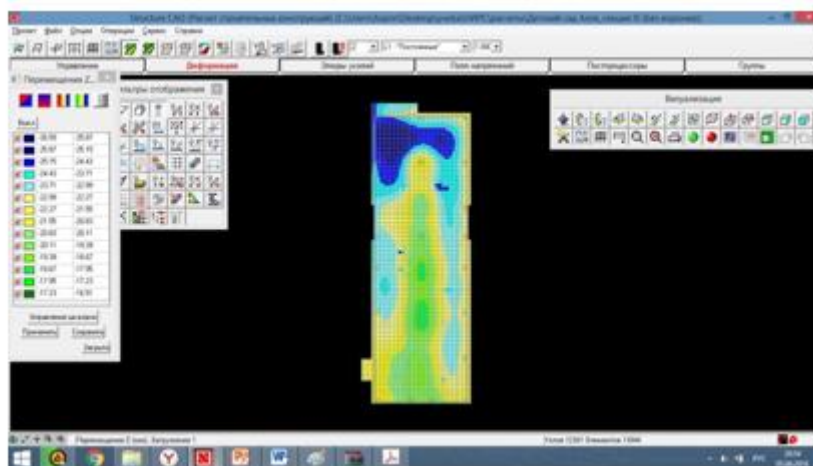


Рисунок 2. Наибольшие перемещения по оси z без воронки

Затем было спроектировано еще пять моделей с образовавшимся провалом радиусом около трех метров. Модели различались местом локализации карста: в каждом из углов здания и по центру.

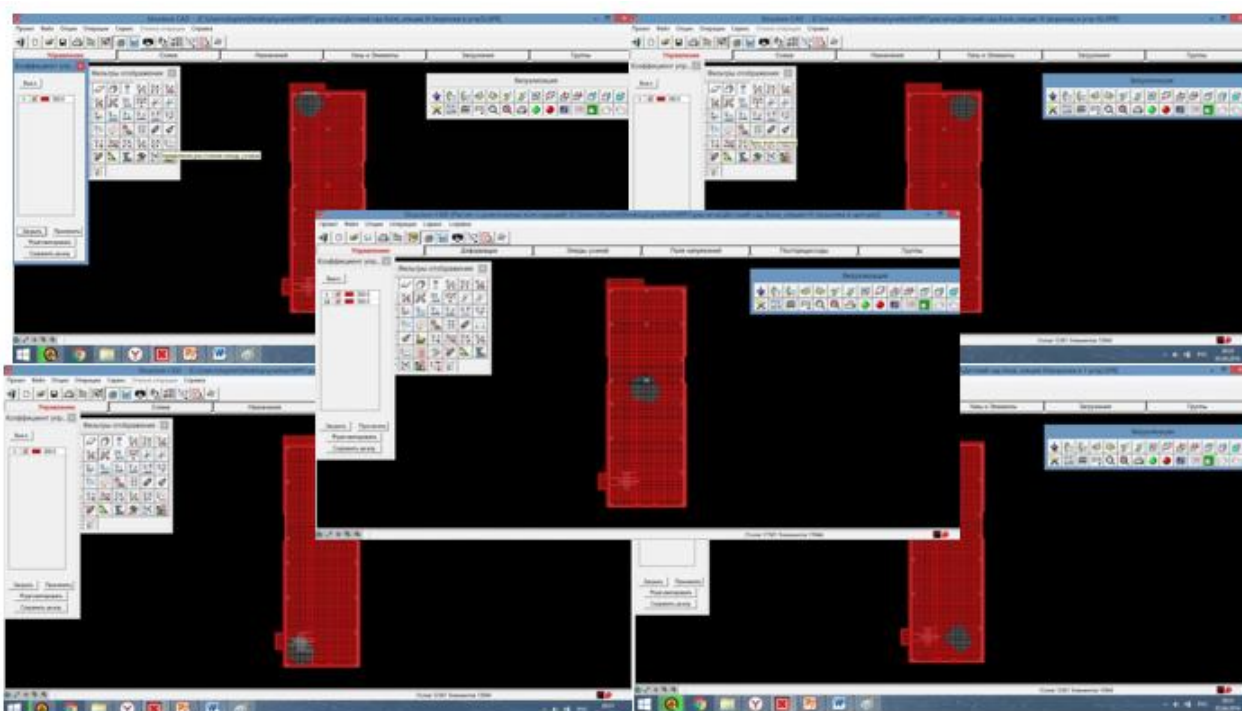


Рисунок 3. Варианты моделирования условий грунтового основания

Далее был проведен совместный расчет и получены обобщенные результаты. Для выполнения расчета по нескольким моделям был создан новый

проект в режиме «Вариация моделей», включающий список файлов задач, входящих в пакет.

Таким образом, результаты расчета по различным вариантам модели с воронками и без них объединяются в единый массив, что позволяет использовать режимы определения расчетных сочетаний усилий, сформировать комбинации загружений, подобрать армирование в элементах железобетонных конструкций. При этом необходимо было установить логическую связь между вариантами нагружений, заданных в каждой отдельной задаче, обозначить взаимоисключение.

Проведенный анализ дает возможность сравнить результаты расчета, выполненные только по одной из моделей, с обобщенными результатами, учитывающими возможность образования воронки в любой части здания.

Результаты показали, что наибольшие деформации будут происходить при возникновении карстовой воронки в верхнем правом углу и в центре здания и достигать 30 мм и 28 мм соответственно.

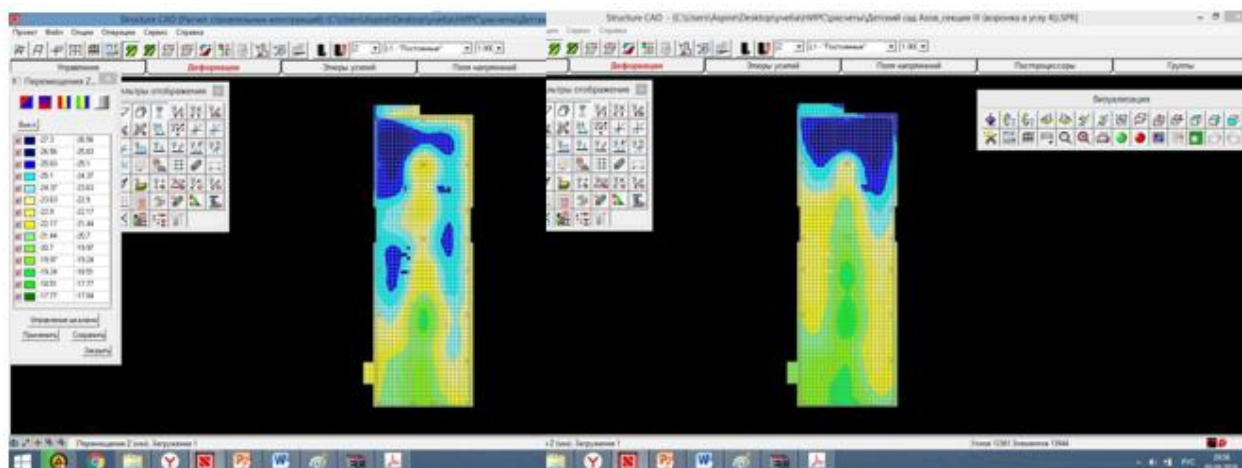


Рисунок 4. Наибольшие перемещения (слева – воронка в центре плиты, справа – воронка в правом верхнем углу плиты)

Подбор арматуры фундаментной плиты, проведенный на основе обобщенных расчетных сочетаний усилий из «Вариации моделей», также отличается от результатов арматуры без образования карстовых воронок.

Верхняя арматура по оси Y (при шаге 20 см) изначально имела разброс от 10d6 до 10d14 (рис. 5 слева). После расчета результаты по армированию составили от 10d6 до 10d16 (рис. 5 справа).

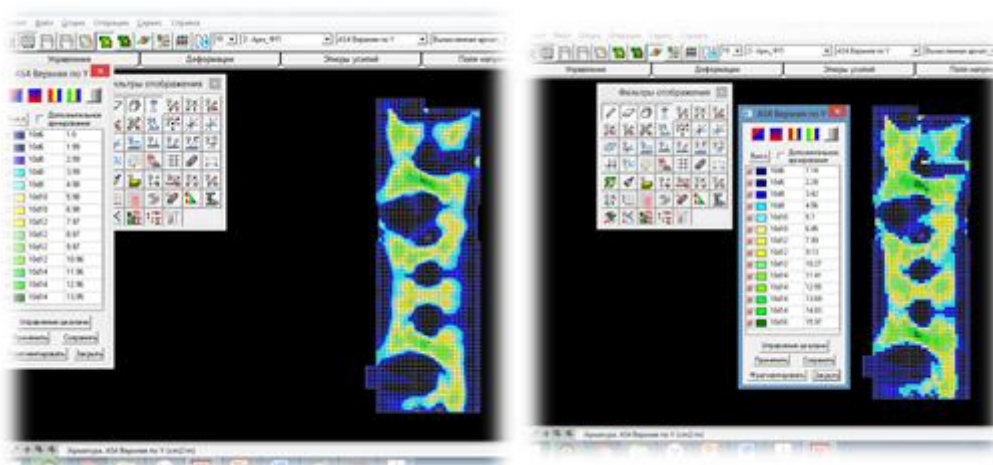


Рисунок 5. Результаты армирования фундаментной плиты

Данный расчет позволил не только сравнить возможные перемещения фундаментной плиты в зависимости от расположения карстовой воронки с перемещениями без воронки, вывить наибольшие перемещения, но и подобрать такое армирование, которое обеспечит прочность и устойчивость каркаса здания при любом неблагоприятном карстовом проседании грунта.

Благодаря режиму «Вариация моделей» ПК SCAD были получены необходимые результаты серии задач по деформациям фундамента здания и проведен их комплексный анализ [1, с. 4].

Список литературы:

1. Мосина Н. «Опыт применения программного комплекса SCAD Office для обоснования конструктивных решений зданий, возводимых в условиях усложненного рельефа местности»: статья – 2014.
2. ТСН 22-308-98 – Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области.

СЕКЦИЯ 2.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СЕТЬ ИНТЕРНЕТ

Домрачева Татьяна Сергеевна

*студент 1 курса факультета естественных, математических
и компьютерных наук НГПУ им. Козьмы Минина,
РФ, г.Нижний Новгород*

Поначугин Александр Викторович

*научный руководитель, канд. экон. наук, доц. кафедры «Прикладной
информатики и информационных технологий в образовании»
НГПУ им. К. Минина,
РФ, г. Нижний Новгород*

Интернет (означает «между сетей») – это объединение компьютерных сетей, которые помогают хранить и передавать информацию [2]. Он очень сильно проник в современный мир, объединяя миллиарды пользователей в мире, количество которых с каждым днем всё растёт и растёт. Интернет – представляет собой сложную и чрезвычайно запутанную систему, которая постоянно развивается и совершенствуется. Являясь общедоступным, интернет открыт для абсолютно любого пользователя, у которого есть персональная компьютерная машина с модемом. Интернет подходит как компьютерному специалисту, так и простому пользователю. С помощью этой сети люди узнают новости, заказывают билеты, покупают одежду и другие различные вещи. Сегодня, даже оплата света или пополнение баланса мобильного телефона не требуют выхода из дома, всё это можно сделать через Интернет, причём очень быстро и функционально. Также важным остается тот факт, что люди из разных стран, могут общаться без всяких проблем по видео – связи или же просто переписываться в чате.

Важным аспектом развития государства являются информационные технологии, так как они формируют новую интернет-экономику, которая

основывается на знаниях, а не на расширяющемся потреблении невозпроизводимых ресурсов [3].

Особое значение имеет внедрение персональных компьютеров как составных частей информационных систем. При этом работа по сбору, хранению, обработки и распространению информации стала намного проще и осуществляются удобными интерфейсами «человек-ЭВМ» [4].

Исходя из всего этого, можно выделить основные функции сети Интернет, такие как: 1) информационная, самая полезная функция, при помощи которой пользователь находится в свете новых событий и получает любую интересующую его информацию; 2) коммуникационная, отвечает непосредственно за общение между пользователями; 3) развлекательная, существуют огромные библиотеки различной литературы, фильмов, музыки, игр – и всё это доступно пользователю; 4) коммерческая, развитие торговых отношений между странами, пользователь может присмотреть товар и заказать его из любой точки мира; 5) рекламная, отличный способ что-нибудь продать или приобрести, найти работу; 6) компьютерная, позволяет пользователю приобретать программные продукты.

Как выглядит адрес компьютера, зарегистрированного в Интернете: www.name.ru, где www – информация, дающая согласие на использование протокола приема и передачи сведений; name — условное имя – название адреса в сети; ru – географическая принадлежность компьютера [5]. Примеры доменных адресов:

1. географические двухбуквенные домены некоторых стран:

- Франция — fr;
- Россия — ru. [5].

2. по тематическим признакам, имеющие трехбуквенные сокращенные названия:

- сетевые организации – net;
- коммерческие организации – com;
- учебные заведения – edu [5].

Впервые сеть Интернет появилась при исследовании различных способов построения сетей в начале 1960 г в Америке. Полученной сети присвоили имя ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) [2].

На базе Курчатовского института атомной энергии компьютерной сети Rel.com в первой половине 1990 года рождается Российский Интернет. Под конец года многие локальные сети различных организаций вошли в состав этой сети, что и привело к осуществлению её официальной регистрации и подключению к мировой сети [2].

Поддержкой Интернета занимается «Общество Интернета» (ISOC – Internet Society). Целью этой организации является обеспечение обмена информацией через Интернет. Она организует совет, который занимается техническими проблемами Интернета. IAB — Internet Architecture Board, «Совет по архитектуре Интернета» – это команда, которая на добровольной основе помогает работе Интернета. Работа Интернета протекает при помощи взаимодействия компьютерных машин и компьютерных программ между собой. Такое взаимодействие позволяет беспрепятственно соединять между собой компьютеры, произведёнными различными фирмами. Совет является ответственным за эту работу, поэтому он занимается изучением проблем, касающихся межкомпьютерного соединения, и пытается их ликвидировать [2].

IETF (Internet Engineering Task Force) – это ещё одна организация, где все могут высказываться по поводу технических и организационных проблем Интернета. При возникновении серьёзной проблемы, IETF создает команду, работа которой заключается в изучении и ликвидации этой проблемы [2].

Стать участником такой организации может абсолютно любой пользователь. Все действия в Интернете ограничиваются правовыми нормами, какими как: законы экспорта, авторские права т.п. Фундаментом Интернета служат магистральные сети, он через точки сетевого доступа присоединяют автономные системы. И уже каждая из этих систем имеет внутренние протоколы маршрутизации и административное управление. Примеры систем: сеть EUNet (включает в себя страны Европы), сеть RUNet(совокупность

учебных заведений России). Автономные сети создаются компаниями, которые называются провайдерами, они обеспечивают выход в Интернет. Примеры таких компаний Rel.com, Россия – Онлайн и многие другие.

Главными ячейками Интернета являются локальные вычислительные сети. Локальная вычислительная сеть — это множество всех существующих технических средств, работа которых осуществляется с помощью операционной системы и прикладного программного обеспечения. Ещё есть локальные компьютеры, которые могут без посторонней помощи подключаться к Интернету. Такие компьютеры имеют название хост -компьютерами (с англ. host — хозяин). У каждого компьютера есть свой индивидуальный сетевой адрес, который называется IP-адресом.

Скорость выхода в Интернет является одним из самых главных элементов при работе с Интернетом. Она определяется пропускной способностью каналов связи. Различают скорость входящего соединения, которая отвечает за быстроту открытия сайтов и скачивания файлов, и скорость исходящего соединения, когда осуществляется передача данных с компьютера пользователя.

Структура сети Интернет – обычная клиент-серверная, т.е существуют компьютеры, которые получают информацию из сети — «клиенты», а также есть компьютеры, которые дают данные клиентам — «серверы» [1].

Основное отличие Интернета –это равноправие всех компьютеров, которые подключены к сети Интернет.

Интернет соединяет большое количество компьютеров разных видов. Сложной задачей является найти общий язык между компьютерными машинами. Но как любую задачу её можно решить. При помощи специально созданных протоколов общения компьютеров для этой сети. Протоколы – это некий свод правил, по которым передаётся информация в Интернете. Выделяют два основных протокола: 1) Internet Protocol (IP) – межсетевой протокол; 2) Transmission Control Protocol (TCP) – протокол управления передачей [1]. Данные протоколы обладают рядом характеристик: обеспечение надежности

сетевых каналов, высокий функционал, обработка адреса узла. То есть сетевые протоколы обеспечивают соединение и обмен данными между двумя или несколькими компьютерами, включенными в сеть.

Таким образом, сеть Интернет является неотъемлемой частью жизни каждого человека, его роль в нашем обществе растёт на глазах. Без него – никуда! Россия находится на девятом месте из десяти стран с самым большим количеством пользователей Интернета.

Список литературы:

1. Балдин К.В., Воробьев С.Н, Уткин В.Б., Современные компьютерные сети, 2-е издание, 2006 г.
2. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации, 2-е издание, 2004 г., Питер.
3. Поначугин А.В. Компьютерные сети в России и становление интернет-экономики // Вестник Мининского университета. 2015. № 4 (12). С. 20.
4. Рыбакова А.С., Поначугин А.В. Информационные технологии: проблемы их внедрения, достоинства, недостатки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 11-2. С. 24–27.
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет>.

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ВЫДЕЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО СОДЕРЖАНИЯ

Козлович Ирина Сергеевна

магистрант 2 курса группы 14 ФИИТ(м)ИС Оренбургского государственного университета, кафедра геометрии и компьютерных наук, РФ, г. Оренбург

Болодурина Ирина Павловна

научный руководитель, д-р техн. наук, проф., заведующая кафедрой прикладной математики Оренбургского государственного университета, РФ, г. Оренбург

В настоящее время социальные сети становятся все более популярными. При этом увеличивается не только число пользователей в одной социальной сети, но и увеличивается число самих социальных сетей. В связи с этим возникает огромное множество актуальных и интересных для исследования задач, связанных со структурированием, обработкой и анализом информации, содержащейся в социальных сетях. Решение одной из таких задач, а именно задачи метрической кластеризации выделения сообществ в социальных сетях, – предмет данной статьи.

Анализ социальных сетей – это направление, которое занимается описанием и анализом социальных сетей посредством различных методов, в том числе с помощью теории графов. Одной из основных задач анализа социальных сетей является определение групповых структур сетей (сообществ). Сообщество, или кластер – это набор вершин, относительно сильно связанных друг с другом, и, возможно, обладающих общими свойствами или играющих схожие роли в сети. Знания о структуре сообществ незаменимы для предсказания связей и атрибутов пользователей, расчёта близости пользователей в социальном графе, оптимизации потоков данных в социальной сети, некоторых аналитических приложений и т.д. Существует множество критериев для графа, которые показывают некоторую его качественную характеристику. Широко используемым критерием для обнаружения сообщества является модулярность. Модулярность - это скалярная величина

из отрезка $[-1, 1]$, которая количественно описывает неформальное определение структуры сообществ:

$$Q = \sum_{i,j} \left[\frac{A_{ij}}{2m} - \frac{k_i k_j}{4m^2} \right] \sigma(c_i, c_j),$$

где: m - количество связей, A_{ij} - матрица смежности графа, k_i - степень вершины

$$\sigma(c_i, c_j) = \begin{cases} 1, & c_i = c_j, \\ 0, & c_i \neq c_j, \end{cases}$$

c_i - номер класса, к которому принадлежит вершина i .

Задача поиска выделения сообществ в графе сводится к поиску таких c_i , которые максимизируют значение модулярности. Достоинства модулярности заключаются в том, что она достаточно просто интерпретируется. Ее значение равно разности между долей ребер внутри сообщества и ожидаемой доли связей, если бы ребра были размещены случайно. Модулярность возможно эффективно пересчитывать при небольших изменениях в кластерах.

Обработка социальных данных требует также разработки соответствующих алгоритмических и инфраструктурных решений, позволяющих учитывать их размерность. К примеру, граф социальной сети Facebook на сегодняшний день содержит более 1 миллиарда пользовательских аккаунтов и более 100 миллиардов связей между ними. Каждый день пользователи добавляют более 200 миллионов фотографий и оставляют более 2 миллиардов комментариев к различным объектам сети. На сегодняшний день большинство существующих алгоритмов, позволяющих эффективно решать актуальные задачи, не способны обрабатывать данные подобной размерности за приемлемое время [2,5–10]. В связи с этим, возникает потребность в новых решениях, позволяющих осуществлять распределённую обработку и хранение данных без существенной потери качества результатов.

В данной статье рассмотрим метод, с помощью которого можно эффективно выделять сообщества в сети, базируясь на модификации

алгоритмов для нахождения сообществ [3]. Общую схему работы алгоритма выделения сообществ можно представить следующим образом.

Изначально каждая вершина считается отдельным сообществом. Вычисляется целевая функция $L(M)$

$$L(M) = qH(Q) + \sum_{i=1}^m p_i H(P^i), \quad (1)$$

где: $q = \sum_{i=1}^m q_i$ - вероятность перехода между сообществами на каждом шаге

случайного блуждания, q_i - вероятность покинуть сообщество i , p_α - вероятность посетить вершину α , $p_i = \sum_{\alpha \in i} p_\alpha + q_i$ - вероятность остаться в сообществе i .

Энтропию переходов между сообществами, определяемую как нижняя граница средней длины кодового слова для именования сообществ, представим в виде

$$H(Q) = - \sum_{i=1}^m \frac{q_i}{\sum_{j=1}^m q_j} \log_2 \left(\frac{q_i}{\sum_{j=1}^m q_j} \right), \quad (2)$$

$$H(P^i) = \frac{q_i}{q_i + \sum_{\beta \in i} p_\beta} \log_2 \left(\frac{q_i}{q_i + \sum_{\beta \in i} p_\beta} \right) - \sum_{\alpha \in i} \frac{p_\alpha}{q_i + \sum_{\beta \in i} p_\beta} \log_2 \left(\frac{p_\alpha}{q_i + \sum_{\beta \in i} p_\beta} \right). \quad (3)$$

$H(P^i)$ - энтропия перемещения внутри сообщества i , нижняя граница средней длины кодового слова для именования вершин в сообществе i . Тогда более детальное описание метрики $L(M)$ можно представить в виде

$$L(M) = \left(\sum_{i=1}^m q_i \right) \log_2 \left(\sum_{i=1}^m q_i \right) - 2 \sum_{i=1}^m q_i \log_2 q_i - \sum_{\alpha=1}^n p_\alpha \log_2 p_\alpha + \sum_{i=1}^m \left(q_i + \sum_{\alpha \in i} p_\alpha \right) \log_2 \left(q_i + \sum_{\alpha \in i} p_\alpha \right), \quad (4)$$

где: $\sum_{\alpha=1}^n p_\alpha \log_2 p_\alpha$ не зависит от разбиения сети на сообщества. Поэтому,

при оптимизации разбиения сети, необходимо учитывать все изменения: q_i —

вероятность, с которой случайное блуждание входит и выходит из сообществ, и $\sum_{\alpha \in i} p_{\alpha}$ — долю времени, которую случайное блуждание проводит в каждом из сообществ.

Далее случайное блуждание формирует последовательность вершин. С учётом частоты встречаемости вершин в полученной последовательности выбираются подмножества вершин, которые объединяются в сообщества. Для заданного разбиения вычисляется метрика $L(M)$. Если её значение стало меньше, то разбиение M сохраняется и продолжается работа алгоритма. Иначе, если значение целевой функции $L(M)$ не уменьшилось, то полученное разбиение M можно считать результатом выделения сообществ в сети.

Рассмотрим модификацию метода для неориентированных взвешенных сетей[3]. Введём относительный вес вершины α

$$w_{\alpha} = \sum_{l \in l_{\alpha}} w_l, \quad (5)$$

где: l_{α} - множество инцидентных связей вершины α , w_l - вес связи l . Тогда с учётом (5) задается относительный вес сообщества i

$$w_i = \sum_{\alpha \in i} w_{\alpha}.$$

Пусть w_i^{exit} - вес выхода из сообщества i

$$w_i^{exit} = \sum_{l \in l_i^{exit}} w_l,$$

где: l_i^{exit} - множество связей, выходящих из сообщества i .

Общий вес связей, соединяющих сообщества

$$w^{exit} = \frac{\sum_{i=1}^m w_i^{exit}}{2}.$$

При использовании неориентированных взвешенных сетей метрика качества разбиения $L(M)$ будет выглядеть следующим образом:

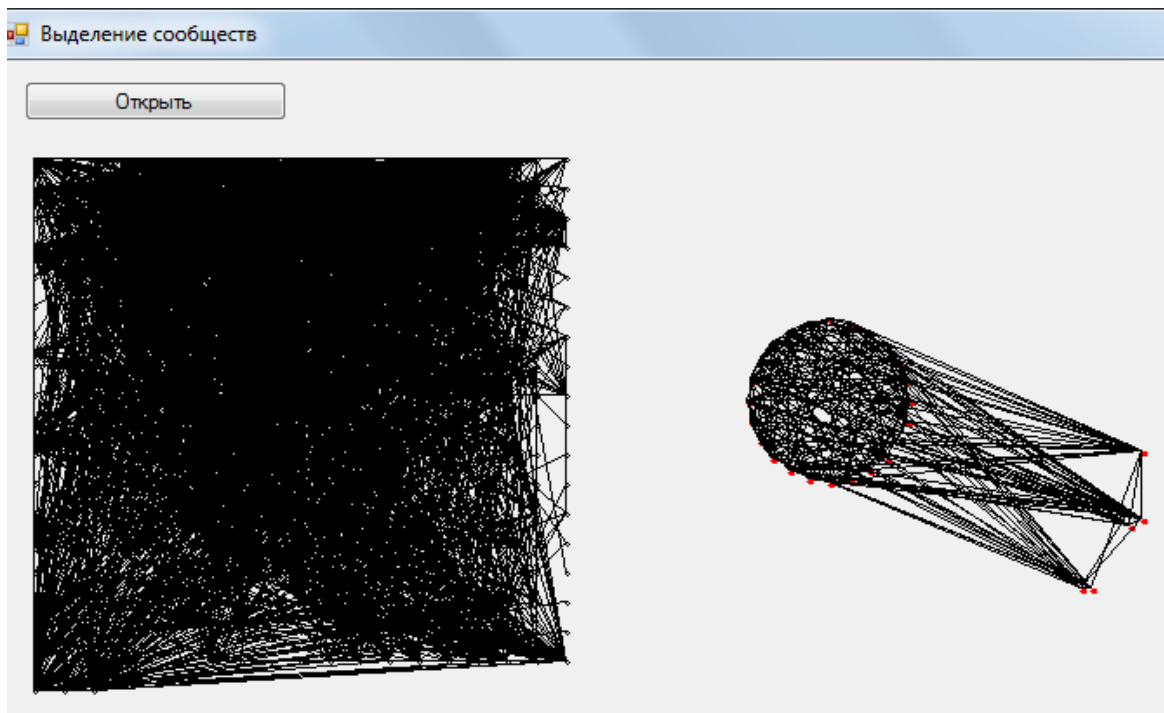
$$L(M) = w^{exit} \log_2 w^{exit} - 2 \sum_{i=1}^m w_i^{exit} \log_2 w_i^{exit} - \sum_{\alpha=1}^n w_{\alpha} \log_2 w_{\alpha} + \sum_{i=1}^m (w_i^{exit} + w_i) \log_2 (w_i^{exit} + w_i). \quad (6)$$

На основе рассмотренного численного алгоритма решения задачи выделения сообществ в социальных сетях для неориентированных взвешенных сетей разработан программный продукт на языке C# программной среды Microsoft Visual Studio.

Данные взяты из социальной сети «ВКонтакте» (vk.com). Для примера будем рассматривать 345 случайных вершин. Вершины - это профили социальной сети, а связи - отношения дружбы между ними. На рисунке 1 слева расположены вершины сети, размещённые случайным образом, справа приведены размещения по результатам работы алгоритма.

Благодаря проведённым исследованиям эмпирических данных социальной сети «ВКонтакте» стало возможным составить следующий список свойств сообществ пользователей на уровне связей между пользователями в социальном графе:

- вершины в сообществе более тесно связаны друг с другом, чем с вершинами за пределами сообщества;
- сообщества могут пересекаться, т.е. один пользователь может относиться к нескольким сообществам, что хорошо согласуется с тем фактом, что человек одновременно может играть несколько социальных ролей в обществе;
- вершины с небольшой степенью чаще входят в небольшое число сообществ, тогда как вершины с большой степенью входят во множество сообществ.



***Рисунок 1. Выделение сообществ в социальных сетях.
Количество вершин – 345***

Результатом работы метода поиска сообществ является множество сообществ, в котором каждая вершина принадлежит как минимум одному сообществу.

В ходе исследования задачи кластеризации социальных сообществ на основе информационного содержания преобразован алгоритм выделения сообществ, который показывает возможность эффективного применения предложенной модификации к большим данным реальных социальных сетей.

Список литературы:

1. Батура Т.В. Методы анализа компьютерных социальных сетей // Вестн. НГУ, Сер. Информационные технологии. – 2012. – Т. 10, выпуск 4. – С. 13–28.
2. Girvan M., and Newman M.E. Community structure in social and biological networks//Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2002. – 99 (12). – С. 7821–7826.
3. Коломейченко М.И., Чеповский А.А, Чеповский А.М. Алгоритм выделения сообществ в социальных сетях//Фундамент. и прикл. матем. – 2014. – Т. 19, выпуск 1. – С. 21–32.
4. Santo Fortunato. Community detection in graphs//Physics Reports. – 2010. – 486 (3). – С.75–174.

5. Clauset A., Newman M. E., Moore C. Finding community structure in very large networks // Phys. Rev. – 2004. – Vol. E 70, № 6.
6. Vincent D Blondel, Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, and Etienne Lefebvre. Fast unfolding of communities in large networks // Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2008(10):P10008, 2008.
7. Lancichinetti A., Fortunato S., Radicchi F. Benchmark graphs for testing community detection algorithms // Phys. Rev. – 2008. – Vol. E 78, №4.
8. Lovasz L. Random walks on graphs: a survey // Combinatorics, Paul Erdős is Eighty /D. Miklós, V. T. Sós, T. Szónyi, eds. – (Bolyai Soc. Math. Stud.; Vol. 2). – Budapest,1996. – P. 1–46.
9. Massen C.P., Doye J.P. K. Identifying communities within energy landscapes // Phys. Rev. – 2005. – Vol. E 71.
10. Newman M.E. Fast algorithm for detecting community structure in networks // Phys.Rev. – 2004. – Vol. E 69.

СРАВНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Кубарев Никита Александрович

*магистрант Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург*

Облачные вычисления являются популярной и развивающейся вычислительной моделью, имеющей особое значение для промышленности и научных разработок. Они предоставляют возможность получать программное обеспечение, платформу и даже целую инфраструктуру, имея лишь доступ к интернету.

Облачные вычисления находят все большее и большее применение в современном мире. Отсюда возникает необходимость изучать, оценивать и анализировать производительность, безопасность и другие проблемы, возникающие в облачных вычислениях. Непосредственно анализировать поведение облака с использованием реального оборудования и программных ресурсов не представляется возможным из-за высокой стоимости. Поэтому моделирование становится очень мощным инструментом для исследования облачных вычислений. В этой статье мы рассмотрим, проанализируем и сравним особенности существующих средств моделирования облачных вычислений.

CloudSim представляет собой набор инструментов (библиотек) для моделирования облачных вычислительных сред. Этот симулятор разработан в «облачной» лаборатории факультета компьютерных наук и техники Мельбурнского университета. CloudSim содержит базовые классы для описания центров обработки данных, виртуальных машин, приложений, пользователей, вычислительных ресурсов, а также политик для управления различными частями системы (например, планирования и создания резервов). Эти компоненты могут быть объединены для пользователей, чтобы оценить новую политику, алгоритмы планирования в облаке и т.п. Он представляет собой комплекс инструментов моделирования, с помощью которого большинство

сценариев могут быть построены путем простого расширения или замены классов и кодирования нужного сценария [4].

Важно отметить, что CloudSim не является готовым к использованию решением, где можно установить параметры и собрать результаты для использования в будущем проекте. Вместо этого, являясь библиотекой, CloudSim требует написания программы на Java. Используя его компоненты, нужно составить нужный сценарий, а потом уже будут получены результаты для анализа производительности и безопасности облачных приложений.

Все компоненты в CloudSim общаются друг с другом посредством передачи сообщений. Используя CloudSim, пользователь может моделировать дата центры, распределение виртуальных машин в них с помощью планировщика (VMScheduler), энергопотребление, поведение сети.

Существуют другие инструменты моделирования, основанные на CloudSim, расширяющие его возможности: WorkflowSim, SimpleWorkflow, RealCloudSim, CloudReports, CloudAnalyst.

SPECI (Simulation Program for Elastic Cloud Infrastructures), представляет собой инструмент моделирования, который позволяет изучать аспекты масштабирования, а также эксплуатационные свойства будущих центров обработки данных. С учетом размера и структуры промежуточного программного обеспечения в качестве входных данных SPECI моделирует работу и поведение центров обработки данных [8].

GreenCloud представляет собой сложный симулятор пакетного уровня для энергетического обеспечения дата-центров облачных систем с акцентом на облачные коммуникации. Он предлагает детальное моделирование энергии, потребляемой оборудованием в центре обработки данных, таких как вычислительные серверы, сетевые коммутаторы и каналы связи. Он может быть использован для разработки новых решений в области мониторинга, распределения ресурсов, планирования рабочей нагрузки, а также оптимизации коммуникационных протоколов и сетевых инфраструктур.

GroudSim – это симулятор на основе событий, предложенный для научных приложений в облачных и грид средах на основе моделирования масштабируемого ядра независимых дискретных событий. Он предоставляет полный набор возможностей для моделирования сложных сценариев: от простого выполнения работ на арендованных вычислительных ресурсах до расчета затрат и фоновой нагрузки на ресурсы. GroudSim в основном концентрируется на IaaS, но легко расширяется для поддержки дополнительных моделей, таких как PaaS, DaaS и т.д [7].

NetworkCloudSim является продолжением CloudSim с масштабируемой сетью и обобщенной моделью приложения, что позволяет более точно оценить планирование и политики обеспечения ресурсных резервов для оптимизации производительности облачной инфраструктуры [4].

iCanCloud является еще одним инструментом для моделирования MPI приложений высокой производительности на больших сетях хранения данных. В этом симуляторе нет необходимости изменять код для тестирования различных архитектур. Это делается с помощью создания нового файла конфигурации [6].

TeachCloud [3] является средой моделирования и симуляции облачных вычислений. Студенты могут использовать TeachCloud для экспериментов с различными компонентами облака, такими как: узлы обработки, центры обработки данных, сети, ограничения соглашения об уровне обслуживания (SLA), сервис – ориентированные архитектуры (SOA), управление бизнес-процессами (BPM). TeachCloud является научно – ориентированным расширением CloudSim, используется для исследовательской деятельности в области облачных вычислений.

MDCSim является разновидностью инструментария CloudSim. Позволяет пользователю анализировать и прогнозировать параметры, связанные с аппаратной частью центров обработки данных (серверы, коммутаторы, маршрутизаторы и т.д.) [2].

GDCSim (Green Data Center Simulator) является симулятором для изучения энергетической эффективности центров обработки данных при различных схемах дата центров, характеристиках рабочей нагрузки, схемах управления питанием платформы и алгоритмах планирования. GDCSim используется для итеративного проектирования центров обработки данных. Он подходит для онлайн анализа [1].

Таблица 1.

Сравнение инструментальных средств моделирования

| Название | Поддержка GUI | Язык | Поддержка TCP/IP | Доступность |
|-----------------|---------------|-----------------|------------------|---------------------|
| CloudSim | Ограниченная | Java | Нет | Открытый ресурс |
| SPECI | Ограниченная | Java | Нет | Открытый ресурс |
| GreenCloud | Ограниченная | C++ | Есть | Открытый ресурс |
| GroudSim | Отсутствует | Java | Есть | Нет |
| NetworkCloudSim | Отсутствует | Java | Нет | Открытый ресурс |
| iCanCloud | Полная | OMNet, MPL, C++ | Нет | Открытый ресурс |
| TeachCloud | Полная | Java | Нет | Открытый ресурс |
| MDCSim | Отсутствует | C++/Java | Нет | Коммерческий ресурс |
| GDCSim | Отсутствует | C++/XML | Нет | Открытый ресурс |

В таблице 1 представлены рассмотренные инструментальные средства моделирования облачных систем, сравнены их характеристики относительно поддержки графического интерфейса, TCP/IP, используемого языка программирования. Подводя итог, можно сделать вывод, что каждый симулятор имеет свои плюсы и минусы, и выбор подходящего происходит в зависимости от требований и уровня подготовки пользователя.

Список литературы:

1. Gupta S., Gilbert R., Banerjee A., Abbasi Z., Mukherjee T., and Varsamopoulos G., Gdcsim: A tool for analyzing green data center design and resource management techniques// Green Computing Conference and Workshops (IGCC) – 2011, P. 1–8.
2. Jain P., Study and comparison of various cloud simulators available in the cloud computing// International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering – 2013, vol. 3, № 9.

3. Jararweh Y., Alshara M., and Kharbutli M., Teachcloud: A cloud computing educational toolkit// Proceedings of the 1st International IBM Cloud Academy Conference (ICA CON 2012), IBM, Research Triangle Park, NC, USA, 2012.
4. Kumar G., Networkcloudsim: Modelling parallel applications in cloud simulations // Fourth IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing – 2011.
5. Kumar P., An overview and survey of various cloud simulation tools// Journal of Global Research in Computer Science – 2014, vol. 5, № 1.
6. Nunez A., Fernandez J., Garcia J., and Carretero J., New techniques for simulating high performance mpi applications on large storage networks// Cluster Computing, 2008 IEEE International Conference, P. 444–452.
7. Ostermann S., Plankensteiner K., Groudsim: an eventbased simulation framework for computational grids and clouds // CoreGRID/ERCIM Workshop on Grids and Clouds. Springer Computer Science Editorial – 2010.
8. Sriram I., Speci, a simulation tool exploring cloud-scale data centres // CloudCom – 2014, vol. 5, № 1, P.381–392.

О СПОСОБАХ ПРЕДМЕТНОЙ МОТИВАЦИИ В УСЛОВИЯХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АТЕМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Кузнецов Алексей Васильевич

*студент Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург*

Герасименко Сергей Алексеевич

*научный руководитель, доц. Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург*

Аннотация. Одна из главных задач внедрения в учебный процесс высших учебных заведений рейтинговой системы – это стимулирование мотивации студентов к системному, регулярному и успешному освоению изучаемых ими дисциплин. Мотивация является основной движущей силой и фактором эффективности процесса обучения, а значит, одна из самых актуальных педагогических задач на данном этапе – это мотивация студентов к самообразовательной деятельности, что оказывает прямое влияние на качество образования. Вопросы стимулирования мотивации учения и путей ее формирования на сегодняшний день являются предметом исследования многих российских и зарубежных педагогов. Есть множество разнообразных классификаций мотивов учебной деятельности, но большая часть ученых делит их на две группы: внешние и внутренние мотивы, социальные либо познавательные. При формировании учебной мотивации необходимо учитывать огромное разнообразие мотивов, однако необходимо также повышать удельный вес внутренней (то есть познавательной) мотивации обучения, ведущей к наилучшим результатам. В статье рассмотрены концептуальные положения балльно-рейтинговой системы, ее плюсы и минусы. Цель работы заключается в определении видов мотивов учения, которые проявляются у студентов посредством применения этой системы оценивания в учебном процессе, а также стимулирование внутренних мотивов обучения и насыщение рейтинговой системы новыми возможностями. Определены приоритетные методические средства реализации балльно-рейтинговой

системы – система заданий, которая формулирует личностные качества обучающихся: развитие познавательной активности, познавательных интересов, познавательной самостоятельности, творческих способностей и исследовательских навыков.

В статье показана и обоснована необходимость внедрения средств предметной мотивации в мотивационную сферу образования, то есть реализация мотивационных возможностей содержания учебной дисциплины. Подведен итог: процесс учения, контроль знаний, умений, навыков и формируемых компетенций, с помощью рейтинговой системы, происходит наиболее эффективно при оптимальном сочетании основных разновидностей учебной мотивации и одновременного стимулирования внутренних мотивов средствами предметной мотивации к учебному процессу.

Сейчас в Российской Федерации практически невозможно найти ВУЗ, в котором для контроля знаний, умений, навыков и формируемых компетенций не применяется данная система, поскольку она позволяет осуществить комплексную оценку успеваемости каждого студента. Основной задачей внедрения рейтинговой (кредитно-модульной) системы является оценка качества и успешности освоения студентом дисциплины через оценки в виде баллов и рейтинги с измеряемой в условных единицах трудоемкости каждой дисциплины и образовательной программы в целом. Успешность изучения дисциплины в системе зачетных единиц оценивается в качестве суммы набранных баллов по 100-балльной шкале, а успеваемость каждого студента по отдельности – по общему показателю успеваемости, определяющий текущий рейтинг студента. Затем этот показатель успеваемости может быть подсчитан по традиционной пятибалльной шкале. Соотношения между оценками, выраженными в баллах, и их числовыми эквивалентами по традиционной системе является особенностью рейтингового регламента каждого заведения. Примером служит шкала, которая была предложена Сазоновым Б. А. Балльно-рейтинговая система оценки качества усвоения дисциплины предполагает текущий контроль успешности образовательной деятельности студента

в течение семестра (в сумме не более 70 баллов) и итоговый контроль в сессию по 30-балльной шкале. Итоговый балл по текущей успеваемости включает в себя следующие составляющие: посещаемость, контроль знаний (коллоквиумы, тестирования), полнота и эффективность самостоятельной работы, участие студента в конференциях, олимпиадах и так далее. Студенты могут получить допуск к экзамену (зачету) только в случае, если они набрали зачетный минимум баллов по текущему рейтингу. Данный фактор мотивирует студентов к активной работе на протяжении всего семестра, не откладывая изучение программного материала. При этом студенты с первой недели семестра видят, как повышается их оценка, и могут определить ее вероятное итоговое значение. Еще один положительный фактор балльно-рейтинговой системы: студенты сами выбирают, как им накапливать баллы и индивидуально определять достаточное их количество, следовательно, свою рейтинговую оценку. Но нельзя упускать из внимания тот факт, что многие студенты зачастую не рады внедрению данной системы, несмотря на ее очевидные преимущества. Причина заключается в том, что помимо явных преимуществ по сравнению с традиционной системой оценивания, балльно-рейтинговая имеет также ряд недостатков:

- обладает слишком большой трудоемкостью для преподавателей;
- измеряет успеваемость студентов только с учетом их регулярной работы в течение семестра;
- внедрение новой системы оценки знаний зачастую происходит без утвержденного положения о балльно-рейтинговой системе;
- регламенты оценивания по дисциплине включают в себя воспитательные моменты (дисциплинированность, активность на семинарах) и другие [13].

Но необходимо заострить внимание на ином аспекте. Ключевая особенность внедрения рейтинговой системы – это стимулирование мотивации обучающихся к системному и успешному освоению той или иной дисциплины, оказывающие положительное влияние на качество обучения и на оценку

успеваемости студентов. Под мотивом обучения следует понимать направленность студента на различные стороны учебного процесса, которая связана с внутренним отношением студента к ней [7]. Проблемы исследования мотивации и путей ее формирования на сегодняшний день широко освещены в литературе и являются предметом исследования зарубежных и отечественных педагогов, таких как Л.И. Божович [1], М.В. Матюхина [9] и др.) и психологов: Л.С. Выгодский [2], Е.П. Ильин [4], А.Н. Леонтьев [6], А.К. Маркова [7], А. Маслоу [8], А.А. Реан [14] и др. Отечественный педагог-психолог А.К. Маркова предложила одну из наиболее точных на сегодняшний день классификаций учебных мотивов [7, с. 15]. По ее мнению мотивы можно четко разделить на две группы: познавательные и социальные. О наличии познавательных мотивов можно говорить, если у студента в процессе обучения преобладает направленность на содержание дисциплины. В том же случае, если у студента ярко выражена направленность на другого человека в ходе изучения, тогда четко прослеживаются социальные мотивы обучения. Кроме того, Маркова среди этих видов мотивов выделяла их уровни. Познавательные она разделила на: широкие познавательные, учебно-познавательные и мотивы самообразования. Социальные же мотивы подразделяются на: широкие социальные, узкие социальные (позиционные), социального сотрудничества. При всем при этом оба вида этих мотивов играют важную роль в обучении.

Помимо классификации Марковой существует еще одна не менее обсуждаемая, в которой все мотивы учения делятся на два вида: внутренние и внешние. Под внутренними мотивами в этой классификации понимается совокупность мотивов, которые заложены в самой учебной деятельности, связанные с содержанием и самим учебным процессом, реализующие познавательную потребность. Под внешними понимают мотивы, которые не способны реализовать познавательную потребность, и никак не связаны с получением знаний [7; 14; 12]. Внутренние мотивы в данном случае это: интерес к процессу решения задачи, поиску способа решения, результату и т. п. С другой стороны, подобное побуждение может исходить извне, от другого

человека. Если без контроля педагога мотив не актуализируется, то, следовательно, он является внешним для студента. В исследовании, проведенном В.А. Якуниным и Н.И. Мешковым [11] был обнаружен следующий факт: оказалось, что «сильные» и «слабые» студенты отличаются друг от друга не по уровню интеллекта, а по уровню мотивации учебной деятельности. Для сильных студентов характерна внутренняя мотивация: они ориентированы на получение прочных профессиональных знаний и практических умений. Что касается учебных мотивов слабых студентов - они в основном внешние, ситуативного характера: избежание наказания за плохую учебу, попытки не лишиться стипендии и т. п. Поэтому в процессе формирования учебной мотивации нужно учитывать все разнообразие мотивов, однако необходимо повышать удельный вес именно внутренней мотивации учения, так как она ведет к наилучшим результатам [5]. Серьезным вопросом является то, совокупность каких мотивов обучения формирует балльно-рейтинговая система: внутренних или внешних, социальных или познавательных? Общеизвестно, что под балльно-рейтинговой системой принято понимать систему непрерывной накопительной количественной оценки качества освоения студентами основной образовательной программы. Следовательно, для набора баллов студенту необходимо пройти ряд контрольных мероприятий, не пропускать занятия и т. д. Студент осознает, что ему необходимо учиться, познавать что-то новое, добиваться высокого оценочного рейтинга, чтобы получать стипендию, хорошо выглядеть в глазах окружающих, а в итоге закончить ВУЗ, получить диплом и стать квалифицированным и конкурентоспособным специалистом. Как видно, здесь присутствуют и внешние и внутренние мотивы, но очевидно, что доминируют именно внешние. Таким образом, перед преподавателем стоит важная и сложная задача: усиление внутренних мотивов обучения и расширение возможностей балльно-рейтинговой системы. Приоритетными методическими средствами системы должны являться задания, которые формируют личностные качества студентов, такие как: развитие познавательной

активности, познавательных интересов, познавательной самостоятельности, творческих способностей, исследовательских навыков. Этого можно добиться через систему заданий, чтобы студент выполнял их не столько с целью получения высоких баллов, сколько в плане познания, ради постижения чего-то нового. По данной причине в мотивационную сферу образовательных технологий должны закладываться средства предметной мотивации, иными словами, реализовывать мотивационные возможности самого содержания дисциплины [3]. Математика, как учебная дисциплина, содержит в себе немалые возможности для достижения этой цели. Во-первых, для студента представляет ценность и значимость прикладная направленность этой науки. Задачи с практической направленностью всегда вызывали к себе интерес, поэтому должны иметь наивысший приоритет в курсе изучения математики [10]. Поэтому время от времени на занятиях полезно предлагать студентам самостоятельно составлять профессионально-ориентированные задачи на изучаемый материал. При этом при составлении задач необходимо не только опираться на предложенные задания из учебника, студентам можно и важно самостоятельно продумать постановку и решение проблемы, разумеется, с помощью логических умозаключений на основе известных законов математики. Во-вторых, проблемность математики, как науки. Необходимость доказательства выдвинутых гипотез побуждает природную любознательность студентов, мотивируя таким образом их учебную деятельность. Преподавателю остается только определить, когда, где и в какой степени задействовать исследовательские задания и проблемные ситуации. В-третьих, это исторические сведения. История может вызывать интерес таинственностью и неоднозначностью, делая познание не только более осознанным, но и увлекательным, являясь, таким образом, серьезной мотивирующей силой в обучении. В-четвертых, красота математики. Математическое содержание богато различными проявлениями прекрасного, к примеру, красота геометрических форм и линий или красота математических рассуждений и умозаключений. Математическое образование это неотъемлемая часть общей

культуры для всех без исключения студентов, именно поэтому изучение дисциплины «математика» в ВУЗах является необходимостью. Это основа и гарантия высокого уровня интеллектуального развития будущего специалиста, на базе которой он сможет в дальнейшем уже самостоятельно совершенствовать свою квалификацию, формировать инновационное мышление в своей отрасли деятельности. Формировать мотивацию не означает закладку готовых целей и мотивов в головы обучаемых, перед преподавателем стоит сложная задача создания таких благоприятных условий и ситуаций, при которых у студента будет происходить развитие желаемых целей и мотивов с учетом его индивидуальности и его внутренних стремлений. Практическая направленность содержания учебных проблем, проблемность математики, ее красота, применение исторических сведений в процессе изучения – это достаточно мощные стимулы для формирования внутренней мотивации изучения математики, для дальнейшего развития личности студента и подготовки к его будущей профессиональной деятельности. Исходя из вышесказанного, становится очевидна необходимость внедрения средств предметной мотивации в мотивационную сферу балльно-рейтинговой системы оценки знаний. Процесс обучения, разнообразные типы контроля знаний, умений, навыков и формируемых компетенций с помощью рейтинговой системы наиболее эффективно при оптимальном сочетании всех видов учебной мотивации, а также усиления внутренних мотивов средствами предметной мотивации.

Список литературы:

1. Божович Л.И., Проблемы формирования личности: Избранные психологические труды. – М.: Воронеж.
2. Выгодский Л.С. Педагогическая психология. – М.: Педагогика. 1991. 480 с.
3. Зайкин М.И., Реутин Е.С. О способах предметной мотивации учебной математической деятельности школьников / Инновационные образовательные технологии и методы их реализации. Арзамас, Москва.: Издательство СГУ. 2012. С. 221–226.
4. Ильин Е.П. Мотивация и мотивы. СПб.: Питер, 2003. 512 с.

5. Каменева И.О. Контроль как средство формирования учебной мотивации студентов высших учебных заведений: Дис. ... канд. пед. наук. Саранск, 2009. 138 с.
6. Леонтьев А. Н. Потребности, мотивы и эмоции. – М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1971. 40 с.
7. Маркова А.К., Т.А. Матис, Орлов А.Б. Формирование мотивации учения: Кн. Для учителя. – М.: Просвещение. 1990. 192 с.
8. Маслоу А. Мотивация и личность. Спб.: Питер, 2003. 32 с.
9. Матюхина М.В. Мотивация учения младших школьников. – М.: Педагогика. 1984. 144 с.
10. Носков М.В., Шершнева В.А. Компетентностный подход к обучению математике / Высшее образование в России, № 4, 2005. С. 36–40.
11. Реан А.А. Психология изучения личности: Учеб. пособие. СПб., Изд-во Михайлова В.А. 1999. 288 с.
12. Родионов М.А., Мотивация учения математике и пути ее формирования: Монография. Саранск: Изд-во МГПИ им. М.Е. Евсеева. 2001. С. 143–144.
13. Сазонов Б.А. Балльно-рейтинговые системы оценивания знаний и обеспечение качества учебного процесса / Высшее образование в России, № 6, 2012. С 28–39.
14. Талызина Н. Ф. Педагогическая психология: Учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 1998. 288 с.

ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДБОРА ПАР ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОД С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Курлов Василий Васильевич

*магистрант НИУ «Белгородский государственный университет»,
РФ, г. Белгород*

Бурданова Екатерина Васильевна

*научный руководитель, доц. НИУ «Белгородский государственный
университет»,
РФ, г. Белгород*

В настоящее время, в российской селекции имеется проблема технологического отставания в области разработки и внедрения новых селекционных методов и технологий [3]. В первую очередь необходима автоматизация процесса подбора, который обладает наибольшей трудоемкостью и требованием сложных и объёмных вычислений.

Подбор – это наиболее целесообразное составление родительских пар из отобранных животных с целью получения от них потомства с желательными признаками. Подбор представляет собой крайне сложный процесс, включающий в себя большой комплекс различных мероприятий, важнейшим из которых является выбор особи пригодной к созданию потомства [1]. Исходя из определения подбора, животное должно соответствовать цели подбора, которая включает в себя оценку животного по его характеристикам. Сложность оценки состоит в необходимости совместной оценки различных по природе параметров, присутствием субъективного момента оценки, что вносит значительную долю неопределенности в процесс и затрудняет автоматизацию посредством вычислительной техники. В данной работе представлена общая модель оценки, позволяющая разрабатывать системы оценивания для различных отраслей.

В общем виде модель можно представить как $(P, Y, f: Y \rightarrow P)$, где P – оценка особи, Y – критерии оценки, $f: Y \rightarrow P$ – функция перехода от критериев,

к оценке. Каждый признак в свою очередь можно описать как набор (y, C) , где y – значение признака, C – лингвистическая оценка признака.

Функция перехода от критериев к оценке может меняться в зависимости конкретной предметной области процесса подбора [2]. Но, учитывая то, что в оценке применяются лингвистические переменные, удобно использовать в качестве функции перехода нечеткое продукционное правило вида:

$$\text{если } C(y_1) \text{ и } \dots \text{ и } C(y_n) \text{ то } P \quad (1)$$

где: $C(y_n)$ – показатель оценки n -го критерия, P – заключительная оценка.

Оценку соответствия особи контексту подбора, можно определить как лингвистическую переменную $p = \text{«соответствие»}$. Универсальным множеством для переменной p , является отрезок $[0,1]$, а множеством значений – терм-множество $P = \{P_1, P_2, P_3, P_4\}$, где:

1. P_1 – «превосходное»;
2. P_2 – «хорошее»;
3. P_3 – «посредственное»;
4. P_4 – «неудовлетворительное».

Каждый терм из множества P является именем нечеткого подмножества на отрезке $[0,1]$. Описание термов и соответствующих им подмножеств представлено ниже в таблице 1.

Таблица 1.

Функции принадлежности нечеткого множества P

| Терм P_k | Подмножество терма P_k |
|---------------------------------|--------------------------|
| P_1 – «неудовлетворительное»; | $P_1 \in [0; 0,45]$ |
| P_2 – «посредственное»; | $P_2 \in [0,45; 0,75]$ |
| P_3 – «хорошее»; | $P_3 \in [0,75; 0,9]$ |
| P_4 – «превосходное»; | $P_4 \in [0,9; 1]$ |

Значение функции принадлежности считается мерой истинности терма P_k , в зависимости от значения оценки животного. Оценка животного производится на основе его характеристик, рост уровня которых приводит к росту соответствия животных. Форма и содержание характеристик могут различаться

в зависимости от конкретной отрасли применения [3]. В представленном примере были определены следующие показатели оценки:

1. Y_1 – продуктивность (основное хозяйственно-полезное свойство животного) изменяется от 0 до 800;

2. Y_2 – конституция (общее телосложение организма, обусловленное анатомо-физиологическими особенностями строения органов и тканей) изменяется от 0 до 1;

3. Y_3 – кондиция (состояние упитанности и активности животного) изменяется от 0 до 5;

4. Y_4 – экстерьер (внешний вид животного) изменяется от 0 до 1.

Для того чтобы ранжировать каждый показатель по уровням пригодности, представим его как числовую переменную, т.е. переменную принимающую значения на определенном промежутке. Каждая из этих переменных является множеством носителем лингвистических переменных, состоящих из следующих термов:

1. C_{i1} – «низкий уровень показателя»;

2. C_{i2} – «средний уровень показателя»;

3. C_{i3} – «высокий уровень показателя»;

4. C_{i4} – «лучший уровень показателя».

Для каждой переменной определена трапециевидная функция принадлежности:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & \text{если } a_1 \leq x < a_2 \\ 1, & \text{если } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{x - a_3}{a_4 - a_3}, & \text{если } a_3 < x \leq a_4 \\ 0, & \text{если } x > a_4 \end{cases} \quad (1)$$

Функцию можно определить, как набор из четырех чисел: $x = (a_1, a_2, a_3, a_4)$, где с помощью параметров определяются диапазоны уровней

каждого признака. Примерные оценки всех термов C_{ij} представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Оценки признаков по каждому показателю

| Показатель | Терм | | | |
|------------|----------------|----------------------|-----------------------|-------------------|
| | C_{i1} | C_{i2} | C_{i3} | C_{i4} |
| Y_1 | (0,0,100,200) | (100,200,300,400) | (300,400,500,600) | (500,600,800,800) |
| Y_2 | (0;0;0,1;0,15) | (0,1;0,15;0,25;0,35) | (0,25;0,35;0,50;0,75) | (50;0,75;1;1) |
| Y_3 | (0;0;1;1,5) | (1;1,5;2;3) | (2;3;3,5;4) | (3,5;4;5;5) |
| Y_4 | (0;0;0,1;0,15) | (0,1;0,15;0,25;0,35) | (0,25;0,35;0,50;0,75) | (50;0,75;1;1) |

Для перехода от значений характеристик животных $Y = (Y_1 Y_2 Y_3 Y_4)$ к высказываниям о пригодности животного $P = (P_1, P_2, P_3, P_4)$, необходимо определить функции агрегирования и активации нечеткой продукции. Исходя из выражения 1, левую часть правила можно выразить следующим образом:

$$C(y_1) \text{ и } \dots \text{ и } C(y_n) \Rightarrow \\ \Rightarrow \min\{\max\{\mu_{C_1}(y_1), \dots, \mu_{C_k}(y_1)\}, \dots, \max\{\mu_{C_1}(y_n), \dots, \mu_{C_k}(y_n)\}\}$$

где: $\mu_{C_k}(y_n)$ – значение функции принадлежности n -го признака к k -му терму лингвистической оценки признака.

Так как рост уровня которых приводит к росту соответствия животных, получить результирующую оценку можно, определив терм лингвистической переменной P в зависимости от степени истинности выражения в левой части правила:

$$P_i(c) \tag{2}$$

где: c – степень истинности левой части правила, полученная с использованием выражения 3.

Для примера работы модели взяты характеристики трех особей представленными в таблице 3.

Таблица 3.**Примерные характеристики особей**

| Номер особи | Продуктивность | Конституция | Кондиция | Экстерьер |
|-------------|----------------|-------------|----------|-----------|
| 1 | 733 | 0,8 | 4,5 | 0,85 |
| 2 | 320 | 0,28 | 2 | 0,3 |
| 3 | 123 | 0,1 | 2 | 0,1 |

Применяя выражения 2, 3 и 4, при имеющихся исходных данных получаются результаты, представленные в таблице 4.

Таблица 4.**Результаты оценки особей**

| № | Уровень продуктивности | Уровень конституции | Уровень кондиции | Уровень экстерьера | Соответствие |
|---|------------------------|---------------------|------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | Очень высокий | Очень высокий | Очень высокий | Очень высокий | Превосходное |
| 2 | Средний | Средний | Средний | Средний | Посредственное |
| 3 | Низкий | Низкий | Средний | Низкий | Неудовлетворительное |

Далее после проведения оценки может производиться формирование пар, например, по селекционному принципу «лучшие с лучшим» или подвергнуть дополнительным методам оценки, если необходимо. В качестве вывода можно отметить следующие моменты:

1. Данная модель легко расширяется при добавлении в оценку дополнительных показателей;
2. Уровни оценки как признаков, так и непосредственно пригодности животного, легко подвергаются масштабированию;
3. За счет выбора функций принадлежности и функций активации можно настраивать модель под различные условия подбора.

Список литературы:

1. Жебровский, Л.С. Разведение животных: учебник для вузов – СПб.: СПбГАУ, 2003. – 325с.
2. Конышева Л.К., Назаров Д.М. Основы теории нечетких множеств: Учебное пособие. – СПб. Питер, 2011. – 192 с.
3. Мымрин С.В., Мымрин В.С., Донник И.М. Геномная селекция – необходимое условие развития скотоводства России // АВУ. 2014. №4 (122) С. 28–30.

РОССИЯ В МИРОВОМ РАЗВИТИИ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ

Романова Наталья Анатольевна

*студент 1 курса факультета естественных, математических
и компьютерных наук НГПУ им. Козьмы Минина,
РФ, г. Нижний Новгород*

Поначугин Александр Викторович

*научный руководитель, канд. экон. наук, доц. кафедры «Прикладной
информатики и информационных технологий в образовании»
НГПУ им. К. Минина,
РФ, г. Нижний Новгород*

В настоящее время обстановка рынка телекоммуникации изменяется в лучшую сторону.

Особое значение имеет внедрение персональных компьютеров как составных частей информационных систем [3].

К завершению 90х годов возникло российское коммутационное оснащение, а именно, станции «элком», «бэта», «квант». Так же урегулирован выпуск высококачественного оснащения вместе с западными компаньонами, такими как «Искра Тел.», «Алкатель», «Сименс», «НЭК». Продукция производимая ими идет на равне с мировыми аналогами.

Но на рынке продается лишь 20% отечественной продукции.

В инфраструктуре мира на первое место выходят компьютеризация и информатизация индустриального места. Эта линия направленности констатирует выражение, ставшее крылатым «кто владеет информацией – тот владеет миром».

Материя, выступающая в нейтральной форме как отражение организованности, а в функциональной форме как средство организации называется информацией.

Так же, революция в науке и технике преобразовала новостной материал в публичный возможный резерв. На данный момент справочные ресурсы становятся возможным источником богатства общества

По математическим подсчетам учёных, вначале столетия "объем знаний" умножался буквально каждые 50 лет. На данный момент удвоение величины размера информации занимает только годовалый промежуток, а по действующим перспективам, информационный объем станет удваиваться за один месяц.

влияние на динамику и структуру торговли офисного оснащение и вычислительной техники оказывает спрос на средства информационно-справочного предназначения.

Следует выделить, что ускоренный прогресс одной ветви практически никогда не носит изолированного характера, а ведет собственным результатом прогресс нескольких отраслей, появляется достоверно установленная технологическая цепочка. Бурное развитие электротехнической индустрии, а также средств связи содействовало ускоренному процессу формирования такового прогрессивного явления, как компьютеризация и информатизация общества

Ведущие положения по внедрению и использованию электронно-вычислительной техники и информационно-справочных технических новшеств занимают промышленно развитые страны, доля которых в начале третьего тысячелетия доводилось больше 80% всего компьютерного парка.

Новейшая эра сетевой компьютеризации начинает развиваться в промышленно развитых странах.

Вначале 90-х пришло время глобальных сетей, соединяющих гигантские ЭВМ, властвующие в 70-х, и персональные компьютеры, актуальные в 80-е, в локальные и глобальные сети.

Решение о подготовке единственной справочно-уведомительной системы было принято на встрече в Брюсселе в 1995 году.

Практически половина(43%) электронно-вычислительной техники мира сконцентрировано в США. Ближайшие соперники местности из числа промышленных держав существенно отстают от США. Так, в середине 90-х

годов на долю прогрессирующей Японии доводилось только 7% компьютерной техники, из Германии – 6%, Британии – 5%, Франции – 3%, Канады – 3%.

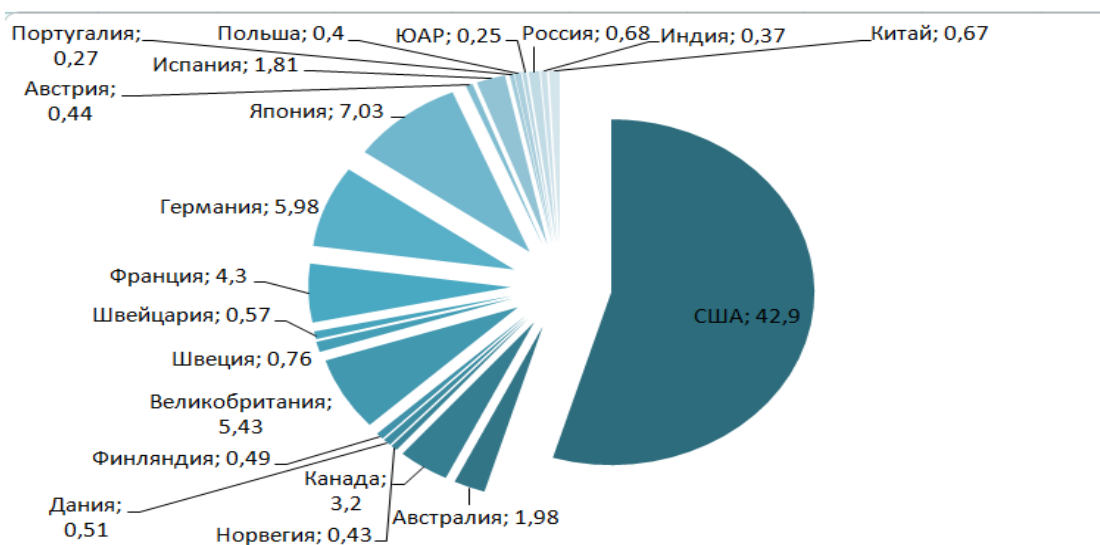


Рисунок 1. Рейтинг стран по удельному весу в мировом компьютерном парке (2000 г.)

По количеству вычислительной компьютерной техники на душу населения из промышленно развитых стран выделяются США. В первую 10ку стран мира по этому показателю, так же входят Австралия, Канада, Норвегия, Дания, северная Финляндия, Англия, Швеция, Новая Зеландия и Швейцария.

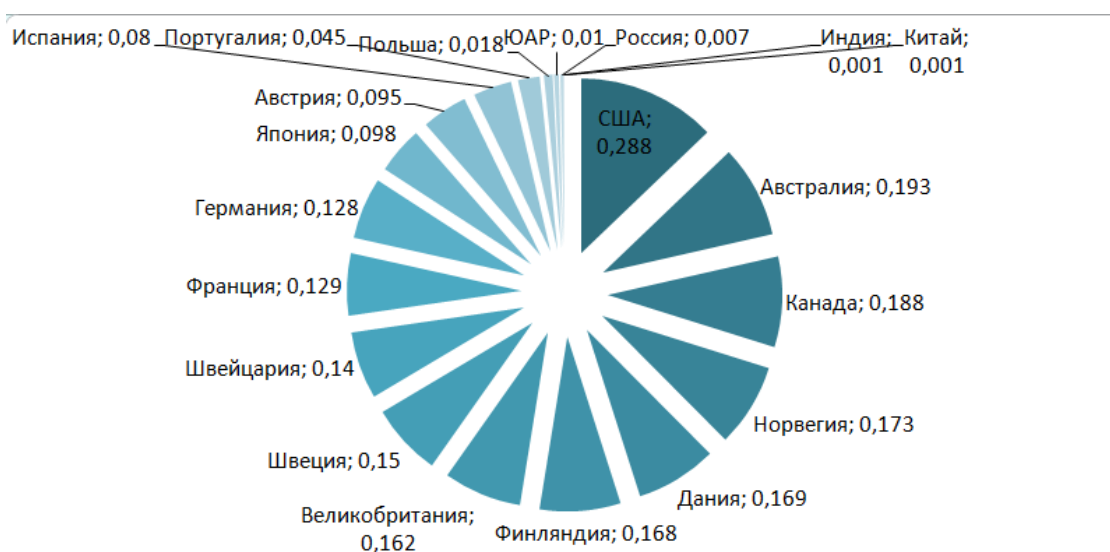


Рисунок 2. Рейтинг стран по количеству компьютеров на душу населения 2000 г.

США занимают 1е лидирующее место в мире по поставленной суммарной мощности вычислительных машин и по компьютерной мощности в расчете на душу населения. Информационная индустрия в экономической политике находится в первой 10ке первостепенных отраслей, уступая только радиоэлектронной, фармацевтической и аэрокосмической. На развитие информатизации в США тратится приблизительно 2% годовых расходов федерального бюджета. Более 65% рынка вычислительных машин мира находятся под контролем у США, 63% рынка программного обеспечения у Западной Европы и около 54% подобного рынка Японии.

Из 10 огромных компаний мира - изготовителей программного снабжения 6-зарубежные с Америки. Американским компаниям и институтам находится в собственности большая часть глобальных патентных договоров в области информационно-справочных технических находок. По колоссальнейшим объемам программного обеспечения в мире на ближайшие года останутся США

В середине 90х годов США были сконцентрированы 426 из 816 по всему миру справочно-уведомительных банковских офисных объектов по научно-техническим дисциплинам и 716 из 1035 имеющихся в мире баз справочно-уведомительных сведений по экономическим дисциплинам.

Среди новейших промышленных государств мира по уровню употребления электронно-вычислительной техники и справочно-уведомительных технологий выделяется Сингапур, который занимает одно из 1-х мест в мире по числу установленных квалифицированных компьютеров. Сингапур является одним из лучших в мире информационно-справочных и коммуникационных центров. В государстве создана сеть компьютеров, связывающая официально государственные организации, личные компании, социальные организации и индивидуальных гуманитарные институты, изучающие науку. Россия имеет весомые потенциальные возможности по формированию процесса компьютеризации и информатизации, а так же слиянию в мировое информационно справочное пространство.

К середине 90х годов по удельному весу в мировом компьютерном парке 16 место в мире занимала Россия, а по кол-ву компьютеров на душу населения- 34е место, уступая промышленно развитым и новым индустриальным странам. Более 4 миллионов компьютеров Россия эксплуатировала уже в 2001 году, а к 2013 этот показатель вырос до 14 млн. Около 77 компьютеров приходилось на каждые 100 жителей, примерно в 10 раз меньше, чем в США.

Одной из ключевых проблем в сфере разработки информационных систем в России является приоритет инструментов над их функциональностью. Многие руководители по-прежнему считают, что информационные системы (ИС) решают проблемы, а на самом деле они позволяют решать проблемы [2].

В области справочно-уведомительных систем и исследовательских решений уникальным сочетанием подходящих обстоятельств владеет Россия. Программистов и высококвалифицированных математиков в стране насчитывается примерно 300тыс.

Только в Москве приблизительно возле 800 организаций, разрабатывающих программные продукты и справочно-уведомительные технические средства, из них приблизительно 200 фирм выпускают конкурентоспособную продукцию мирового уровня. С точки зрения ученых, объединенными трудовыми усилиями страны соединенных организаций программных исполнителей и прессы уже в ближайшие годы многонациональная Россия могла бы увеличить доходные активы от этой сферы услуг приблизительно в 10 раз и ежегодно получать в добавок больше 1 млрд. долл. в год.

Удовлетворение большого мирового спроса на услуги в области офшорного программирования может стать важным одним из важных источников доходных активов государства. Экспорт интеллекта по возможностям приспособлен приносить стране не меньше доходов, чем вывоз невозполнимых природных ресурсов.

Список литературы:

1. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Пятибратов и др. – ФИС, 1998.
2. Поначугин А.В. Использование информационных систем для повышения экономической эффективности при проектировании городских транспортных схем. В сборнике: Современные тенденции в образовании и науке. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 26 частях. 2013. С. 121–122.
3. Рыбакова А.С., Поначугин А.В. Информационные технологии: проблемы их внедрения, достоинства, недостатки // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2014. № 11-2. С. 24–27.
4. Рябинская, С.С. Информатизация общества в России: особенности формирования и сопутствующие угрозы // Социально-антропологические проблемы информационного общества. Выпуск 1. – Концепт. – 2013. / С. Рябинская;
5. The World Competitiveness Report 1995–2010.
6. World Economic Forum, Geneva, Switzerland. 1995.

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СТАБИЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Солдатов Андрей Николаевич

*студент Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург*

Болодурина Ирина Павловна

*научный руководитель, проф. Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург*

Во все времена неотъемлемой частью общества всегда было образование, но с развитием научно-технического прогресса были выявлены ряд специфических проблем. Рассмотрим две из них: распределение студентов на практику и распределение студентов по научным руководителям. Эти две проблемы при сравнительно небольшом количестве входных данных легко решаются человеком, но при больших объемах информации – для человека эти задачи становятся практически нерешаемыми. Для решения обозначенных проблем за основу возьмем алгоритм стабильного распределения, освященный в статье Ллойдом Шепли и Элвином Ротом «теорию стабильного распределения и практики устройства рынков», номинированная на нобелевскую премию в 2012 году.

Схема работы алгоритма выглядит следующим образом [3].

На первой итерации алгоритм перебирает элементы из первой группы и составляет ранжированный список объектов из второй группы на основе характеристик объектов второй группы, причем самый первый элемент в большей степени удовлетворяет критериям, а последний в меньшей.

Далее объекты из первой группы соотносят с первыми объектами из списка предпочтений.

На второй итерации алгоритм перебирает объекты второй группы и для каждого из них выстраивает ранжированный список из объектов первой группы, которые соотносились с текущим объектом. Если объектов первой группы больше, чем допустимое значение у объекта второй группы,

то избыточные объекты первой группы удаляются из списка и возвращаются в первую группу. Удаление происходит с конца ранжированного списка.

На третьей итерации алгоритм проверяет, остались ли нераспределенные объекты из первой группы. Если таковы имеются, то происходит выполнение первой итерации со следующим элементом из ранжированного списка объекта первой группы.

Если в первой группе не остается нераспределенных объектов, то работа алгоритма завершается, а результат распределения называют стабильным [1].

Аналогично алгоритм можно выполнить относительно второй группы и получить новое стабильное распределение. Если в результате элементы распределений совпадают, то такие элементы считаются наилучшим вариантом распределения.

Рассмотрим алгоритм в разрезе поставленных задач. В роли объектов из первой группы будут выступать студенты, а в роли объектов из второй группы – научные руководители/предприятия.

Каждый объект из первой группы обладает рядом характеристик присущих только ему. На основе этих характеристик будет происходить оценка объекта в процессе составления ранжированного списка. Вторая группа объектов намного меньше первой группы и логичнее у каждого объекта из первой группы хранить ранжированный список объектов из второй группы. Для объектов из второй группы намного сложнее хранить ранжированный список объектов из первой группы. Для решения этой проблемы у каждого объекта второй группы (научный руководитель/предприятие) будут храниться критерии, по которым будет производиться составление ранжированного списка. Кроме того, в силу специфики задачи у каждого объекта второй группы будет критерий, показывающий сколько объектов из первой группы может быть присвоено объекту из второй группы.

Для составления ранжированного списка объектов из первой группы разработаем фитнес-функцию, которая по критериям объекта из второй

группы будет оценивать каждый объект из первой группы и ранжировать его относительно остальных объектов из первой группы.

Будем рассматривать два варианта фитнес-функции, которые дают наиболее точные результаты.

Числовая фитнес-функция.

Суть числовой фитнес-функции заключается в том, что каждому критерию у объекта из второй группы присваивается число. Чем выше важность критерия, тем больше число, начисляемое за него. После запуска функция суммирует числа за удовлетворившие критерии и присваивает студенту число баллов. На основе этих баллов производится сортировка студентов.

Довольно простой и наглядный способ реализации фитнес-функции, однако в нем возможно возникновение ошибок и неточностей, когда из-за большого числа слабо важных параметров студент получает большой рейтинг.

Критериальная фитнес-функция.

В критериальной фитнес-функции каждому критерию у объекта из второй группы присваивается степень важности данного критерия. Степень важности критерия будут различаться от критической, где без удовлетворения этого критерия студент исключается из списка, до необязательной.

Отличительная особенность

Отличительной особенностью разработанного подхода является наиболее оптимальное распределение для объектов обеих групп. Со стороны объектов первой группы залогом наилучшего распределения является ранжированный список объектов из второй группы, а залогом наилучшего распределения со стороны объектов второй группы является правила ранжирования. Благодаря введенным правилам при составлении ранжированного списка объектов первой группы исключается человеческий фактор и личное восприятие.

Благодаря универсальности подхода в некоторых случаях алгоритм применим в обратном проходе. В этом случае объекты меняются номерами групп и в результате работы алгоритма получаем новое разбиение.

Важность обратного подхода заключается в том, что при сравнении прямого и обратного хода встречаются соответствия, совпадающие в обоих распределениях. Эти соответствия являются наилучшими распределениями и при применении любых других методов разбиения невозможно получить лучший вариант.

Числовой метод фитнес-функции применим для задач распределения, где в первую очередь более важным критерием является максимальное соответствие поставленным правилам, а не качество единичного объекта.

Критериальную фитнес-функцию более рационально применять для распределения, где важную роль играет качество индивидуального объекта.

Однако, разработанными фитнес-функциями не исчерпываются возможности алгоритма. Наилучший результат достигается при реализации фитнес-функции под конкретно поставленную задачу.

Изначально алгоритм разрабатывался для совершенствования рыночных институтов. Задача сопоставления работодателя и соискателя была первой к которой в качестве решения был предложен алгоритм. Проблемой задачи о сопоставлении соискателя и работодателей была в том, что соискатели не спешили принимать предложения о работе в надежде получить лучшее предложение. А работодатели не спешили брать на работу соискателей в надежде найти более компетентного соискателя на предложенное место. Из-за этого рынок труда практически встал. Предложенный алгоритм анализировал спрос, предложения и составлял оптимальное соответствие между соискателем и работодателем [2].

Заключение.

Для решения поставленных задач был адаптирован алгоритм стабильного распределения и разработан ряд фитнес-функций. Благодаря универсальности алгоритма и фитнес-функции данный подход применим к большому кругу задач из разных сфер деятельности человека. Данный подход не требует больших вычислительных мощностей, а за счет своей модульности легко встраивается в уже существующие системы в образовательных учреждениях.

Список литературы:

1. Нобелевская премия в области экономики 2012 года «За теорию стабильного распределения и практики устройства рынков». – [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <http://www.scienceforum.ru/2015/900/7224> (Дата обращения 5.04.2016).
2. Руководство к выбору стабильного партнера. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <http://expert.ru/kazakhstan/2012/42/rukovodstvo-k-vyiboru-stabilnogo-partnera/> (Дата обращения 10.04.2016).
3. Рот и Шепли получают Нобелевскую премию по экономике за свою теорию соответствий. – [Электронный ресурс] – Режим доступа. –URL: <http://inosmi.ru/world/20121016/201007844.html> (Дата обращения 15.04.2016).

ВЫБОР CASE-СРЕДСТВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Тугумбаева Дана Кажмукановна

*магистрант второго года обучения, кафедра Вычислительной Техники,
Новосибирский Государственный Технический Университет,
РФ, г. Новосибирск*

Аннотация. В статье описывается выбор CASE– средства методом анализа иерархий. Даются основные определения информационной системы, CASE– средства, метода анализа иерархий. А также описывается поэтапный расчет выбора по данному методу.

Ключевые слова: информационная система, проектирование, CASE– средства, метод анализа иерархий (МАИ), ARIS Tools, Silverrun, Rational Rose.

Тенденции развития информационных технологий сегодня диктуют новый уровень сложности востребованных информационных систем (ИС). Для успешной реализации проекта объект проектирования (ИС) должен быть прежде всего адекватно описан, должны быть построены полные и непротиворечивые функциональные и информационные модели. Такого рода разработка ИС не возможна в полной мере своей эффективности без использования CASE-средств.

Под термином CASE-средства понимаются программные средства, поддерживающие процессы создания и сопровождения ИС, включая анализ и формулировку требований, проектирование прикладного ПО (приложений) и баз данных, генерацию кода, тестирование, документирование, обеспечение качества, конфигурационное управление и управление проектом, а также другие процессы [1].

Современный рынок программных средств насчитывает около 300 видов различных CASE-средств. Поэтому основной задачей становится выбор максимально функционального и эффективного CASE– средства, например, на основе метода анализа иерархий (МАИ) американского ученого Томаса

Саати. Данный метод является математическим инструментом системного подхода к сложным проблемам принятия решений.

МАИ – математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ не предписывает лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению [2].

Алгоритм применения метода следующий:

1. Определение иерархий целей;
2. установление приоритетов критериев методом попарного сравнения;
3. установление приоритетов альтернатив по каждому критерию;
4. определение глобального приоритета альтернатив.

Иерархическая структура — это графическое представление проблемы в виде перевернутого дерева, где каждый элемент, за исключением самого верхнего, зависит от одного или более выше расположенных элементов (Рисунок 1).

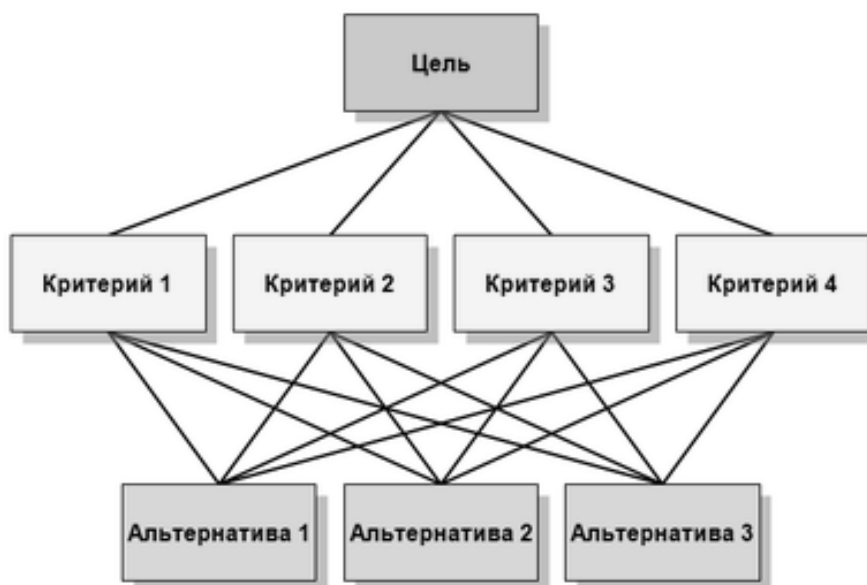


Рисунок 1. Схема метода анализа иерархий (иерархическая структура)

I этап – Составление иерархии целей.

Цель – Выбор наиболее эффективного CASE-средства для проектирования информационной системы (ИС).

Проанализировав большинство CASE-средств были выбраны следующие критерии выбора и наиболее подходящие для поставленной цели альтернативы.

Определение критериев выбора:

1. Поддержка полного жизненного цикла ИС;
2. простота освоения и использования CASE–средства;
3. обеспечение качества проектной документации;
4. использование общепринятых, стандартных нотаций и соглашений.

Определение альтернатив (CASE-средств):

A.Silverrun;

B. ARIS Toolset;

C. Rational Rose.

II этап – Установление приоритетов критериев.

На данном этапе формируем матрицу попарных сравнений критериев. В таблице 1 представлена шкала предпочтений объектов, необходимых для описания степени превосходства.

Далее проводим ранжирование критериев, которая включает в себя оценку компонент собственного вектора каждого критерия (формула 1) и нормализацию оценок (формула 2). А также проведем оценку согласованности матрицы, формулы 3-6.

Таблица 1.

Шкала относительной важности критериев

| Степень превосходства | Описание степени превосходства |
|------------------------------|---|
| 1 | Объекты одинаково важны |
| 3 | Умеренное превосходство одного над другим |
| 5 | Существенное превосходство одного над другим |
| 7 | Значительное превосходство одного над другим |
| 9 | Абсолютное превосходство одного над другим |
| 2,4,6,8 | Промежуточные значения степеней превосходства |

Если при сравнении одного вида деятельности с другим получено одно из вышеуказанных чисел, то при сравнении второго вида деятельности с первым получим обратную величину.

Ранжирование критериев.

- Оценка компонент собственного вектора каждого критерия:

$$y_i = \sqrt[N]{\prod_{j=1}^N a_{ij}} \quad (1)$$

- Нормализация оценок:

$$y_i' = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^N y_i} \quad (2)$$

где: y_{in} показывает вклад каждого критерия в достижение цели.

Оценка согласованности матрицы.

- 1) Вычисление максимального собственного числа матрицы (λ_{max})

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times y_{in} \quad \lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \quad (3,4)$$

- 2) Вычисление индекса согласованности (ИС)

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

- 3) Вычисление оценки согласованности (ОС)

$$ОС = ИС / СС \quad (6)$$

Таблица 2.

Значения случайной согласованности (СС)

| | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| СС | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 |

- $OC \leq 0,1$ матрица согласованна
 $0,1 < OC \leq 0,2$ согласованность матрицы приемлема
 $OC > 0,2$ согласованность матрицы не приемлема

Расчеты представим в таблица 3,4. Расчеты производятся по формулам представленные выше (Формулы 1–6). На основании данных каждой таблицы произведем оценку согласованности мнений лица, принимающего решение (ЛПР).

Таблица 3.

Матрица попарных сравнений критериев

| Матрица попарных сравнений критериев | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|------|-------|--------------------------|---|---------------|
| Критерии | 1 | 2 | 3 | 4 | Средне геометрические | Нормализованный вектор приоритетов (НВП) –Вес критерия | max λ |
| 1 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 7,00 | 3,20 | 0,54 | 0,9054399 |
| 2 | 0,33 | 1,00 | 3,00 | 7,00 | 1,63 | 0,27 | 1,22863251 |
| 3 | 0,20 | 0,33 | 1,00 | 9,00 | 0,88 | 0,15 | 1,35315669 |
| 4 | 0,14 | 0,14 | 0,11 | 1,00 | 0,22 | 0,04 | 0,88377259 |
| сумма | 1,68 | 4,48 | 9,11 | 24,00 | 5,93 | 1,00 | 4,37 |
| | | | | СС | 0,9 | ИС | 0,12366723 |
| | | | | | | ОС | 0,13740804 |

Таблица 4.

Матрицы попарных сравнений альтернатив по i-му критерию

| Матрицы попарных сравнений альтернатив (Альтернатива (А)) | | | | | | |
|---|------|------|------|--------------------------|------|---------------|
| критерий 1 | А | В | С | Средне геометрические | НВП | max λ |
| А | 1,00 | 3,00 | 0,20 | 0,84 | 0,22 | 1,41 |
| В | 0,33 | 1,00 | 0,33 | 0,48 | 0,13 | 0,89 |
| С | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 2,47 | 0,65 | 1,00 |
| Сумма | 6,33 | 7,00 | 1,53 | 3,79 | 1,00 | 3,29 |
| | СС | 0,58 | ИС | 0,15 | ОС | 0,25 |

| Матрицы попарных сравнений альтернатив (Альтернатива (В)) | | | | | | |
|---|------|------|------|--------------------------|------|---------------|
| критерий 2 | А | В | С | Средне геометрические | НВП | max λ |
| А | 1,00 | 0,20 | 1,00 | 0,58 | 0,16 | 1,09 |
| В | 5,00 | 1,00 | 3,00 | 2,47 | 0,66 | 1,01 |
| С | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 0,69 | 0,19 | 0,93 |
| Сумма | 7,00 | 1,53 | 5,00 | 3,74 | 1,00 | 3,03 |
| | СС | 0,58 | ИС | 0,01 | ОС | 0,03 |

| Матрицы попарных сравнений альтернатив (Альтернатива (С)) | | | | | | |
|---|------|------|-------|--------------------------|------|-------|
| критерий 3 | А | В | С | Средне геометрические | НВП | max Л |
| А | 1,00 | 7,00 | 9,00 | 3,98 | 0,79 | 0,98 |
| В | 0,14 | 1,00 | 3,00 | 0,75 | 0,15 | 1,24 |
| С | 0,11 | 0,33 | 1,00 | 0,33 | 0,07 | 0,86 |
| Сумма | 1,25 | 8,33 | 13,00 | 5,07 | 1,00 | 3,08 |
| | СС | 0,58 | ИС | 0,04 | ОС | 0,07 |

| Матрицы попарных сравнений альтернатив (Альтернатива (D)) | | | | | | |
|---|------|------|------|--------------------------|------|-------|
| критерий 4 | А | В | С | Средне геометрические | НВП | max Л |
| А | 1,00 | 0,33 | 3,00 | 1,00 | 0,28 | 1,22 |
| В | 3,00 | 1,00 | 3,00 | 2,08 | 0,58 | 0,97 |
| С | 0,33 | 0,33 | 1,00 | 0,48 | 0,14 | 0,95 |
| Сумма | 4,33 | 1,67 | 7,00 | 3,56 | 1,00 | 3,14 |
| | СС | 0,58 | ИС | 0,07 | ОС | 0,12 |

Чтобы принять окончательное решение по выбору CASE– средства, необходимо значения векторов приоритета из всех таблиц по каждому фактору перенести в итоговую таблицу и рассчитать глобальный приоритет.

Глобальный приоритет определяется путем суммирования произведений значимости критерия (таблица 3) на вектор приоритета критерия по каждому CASE– средству (таблицы 4).

Таблица 5.

Итоговая матрица определения глобального приоритета альтернатив

| Альтернативы | Критерии | | | | Глобальные приоритеты |
|---------------|--|--|---|--|-----------------------|
| | Поддержка полного жизненного цикла ИС | Обеспечение качества проектной документации | Простота освоения и использования | Открытая архитектура и возможность импорта/экспорта | |
| | Нормализованный вектор приоритетов критериев | | | | |
| | 0,54 | 0,27 | 0,15 | 0,04 | |
| Silverrun | 0,22 | 0,16 | 0,79 | 0,28 | 0,290053897 |
| ARIS Toolset | 0,13 | 0,66 | 0,15 | 0,58 | 0,292910973 |
| Rational Rose | 0,65 | 0,19 | 0,07 | 0,14 | 0,41703513 |

Определение глобального приоритета определяется по формуле 7.

$$A_{opt} = \max A_i \quad (7)$$

Сравнивая полученные значения, определяется рейтинг CASE– средств. Высокий рейтинг будет соответствовать наибольшему значению глобального вектора приоритета. Согласно исходным данным наибольший приоритет оказался у CASE– средства Rational Rose.

С помощью данного метода можно обосновать выбор CASE-средства необходимого для проектирования информационной системы.

Одним из основных достоинств метода МАИ, является направленность на сравнение реальных альтернатив. Отмечу, что метод МАИ может применяться и в тех случаях, когда эксперты (или ЛПР) не могут дать абсолютные оценки альтернатив по критериям, а пользуются более слабыми сравнительными измерениями.

Одним из существенных недостатков метода МАИ, является то, что введение новой, недоминирующей альтернативы, критерия, или ЛПР может в общем случае привести к изменению предпочтений между ранее заданными альтернативами.

Список литературы:

1. Вендров А.М.: CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.: ил.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь. – 1993. 278 с.
3. Турунтаев Л.П. Теория принятия решений: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2007. – 197с.

ВЫЯВЛЕНИЕ ЛИДЕРОВ МНЕНИЙ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

Яшников Александр Юрьевич

*магистрант 2 курса группы 14ФИИТ(м)ИС Оренбургского государственного университета, кафедра геометрии и компьютерных наук, факультет математики и информационных технологий,
РФ, г. Оренбург*

Болодурина Ирина Павловна

*научный руководитель, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой прикладной математики факультета математики и информационных технологий
Оренбургского государственного университета,
РФ, г. Оренбург*

В настоящее время с развитием компьютерных технологий у людей появилась возможность общаться виртуально при помощи компьютерных социальных сетей. И все быстрее феномены, порожденные совокупностью технологий Web2.0, завоевывают не только цифровое, но и академическое пространство.

Аналитика социальных сетей – одно из наиболее интенсивно развивающихся направлений актуальной социологии, политологии, психологии и целого ряда других (как гуманитарных, так и технических) дисциплин. Анализ социальных сетей используется для исследования взаимодействий между участниками сети, прогнозирования их поведения, классификации, моделирования информационных потоков в сетях.

Формирование взглядов современного человека происходит не только за счет собственных убеждений и анализа информации, но и с учетом мнений референтной группы. Возможности социальных сетей значительно усилили эту особенность. Следовательно, если рассматривать социальную сеть как арену информационного противоборства, наиболее эффективным способом влияния на целевую аудиторию является воздействие на лидеров мнений, которые, в свою очередь, оказывают влияние на широкие массы пользователей. Один из способов выделения лидеров мнений и будет описан в данной статье.

В классической литературе [2] выделяются два взаимосвязанных определения социальной сети – как социальной структуры и ее специфической интернет реализации.

С точки зрения социальной структуры социальная сеть состоит из множества агентов и определенного на нем множества отношений (способы связи агентов, например дружбы, сотрудничества, знакомства).

В рамках современных информационных технологий, социальная сеть – это интернет-платформа, которая предназначена для построения, отражения и организации социальных взаимоотношений, визуализацией которых являются социальные графы. Таким образом, С точки зрения социального исследователя, сеть представляет собой совокупность социальных акторов и набор связей между ними.

Влияние – процесс и результат изменения индивидом (субъектом влияния) поведения другого субъекта (индивидуального или коллективного объекта влияния), его установок, намерений, представлений и оценок (а также основывающихся на них действий) в ходе взаимодействия с ним [1].

Социальное влияние реализуется в двух процессах: коммуникации (в ходе общения, обсуждения вопросов с авторитетными для агента соседями) и сравнения (в поисках социального одобрения агент принимает представления и действия, которые ожидают от него другие агентами в данной ситуации).

Наиболее сильное социальное влияние на мировоззрение человека оказывает референтная группа, т. е. социальная группа, служащая индивида источником социальных норм и ценностных ориентиров. Исходя из данных о социальных моделях [4] предположим, что лидерами мнений окажутся пользователи с большим количеством социальных связей, чьи публикации вызывают высокое одобрения окружения.

Анализ литературы [2] позволяет выделить несколько общих классов моделей влияния в социальных сетях, например оптимизационные модели, модели независимых каскадов и модели на основе цепей Маркова.

В одной из работ Д.А. Губанова [2] изучается формирование и динамика мнений в социальной сети, моделируемые при помощи цепей Маркова, где динамика влияний – марковский процесс, а мнения рассчитываются при помощи графа влияний.

Агенты социальной сети, представлены в виде множества $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Степень влияния агентов друг на друга задается матрицей прямого влияния $A = \|a_{ij}\|$ размерности $n \times n$, где $a_{ij} \geq 0$ обозначает степень доверия i -го агента j -го агенту. Модель представлена в виде взвешенного социального графа, где доверие между агентами представлено в виде ребер, степень влияния определяется весом ребра.

Предполагается, что в начальный момент времени каждый пользователь социальной сети имеет свое мнение по некоторому вопросу, при этом вещественное число $x_i^0, i \in N$ является числовым выражением мнения i -го агента. Тогда мнения всех агентов сети можно представить в виде вектора-столбца x^0 размерности n .

С течением времени агенты социальной сети взаимодействуют между собой, выражают и обсуждают свои мнения. Обмен мнениями приводит к тому, что мнение каждого агента корректируется под влиянием мнений агентов, которым данный агент доверяет. Поскольку данное изменение линейно по времени, предположим, что мнение агента в следующий момент времени является взвешенной суммой мнений агентов, которым он доверяет (весами являются степени доверия a_{ij}):

$$x_i^\tau = \sum_j a_{ij} x_j^{\tau-1}, i \in N,$$

где: индекс τ обозначает момент времени.

Рассмотрим первое измененное мнение агентов в векторной записи, которое является произведением матрицы прямого влияния на вектор начальных мнений: $x^1 = Ax^0$.

Нетрудно догадаться, что при длительном взаимодействии, мнения агентов стабилизируются – сходятся к результирующему мнению

$$X = \lim_{\tau \rightarrow \infty} (A)^\tau x^0$$

Следовательно, матрицей результирующего влияния будет называться предел

$$A^\infty = \lim_{\tau \rightarrow \infty} (A)^\tau$$

Тогда в векторной форме можно записать соотношение

$$X = A^\infty x^0, \quad (1)$$

где: x^0 – вектор начальных мнений, A^∞ – матрица результирующего влияния, X – вектор итоговых мнений.

Структуру косвенного влияния также удобно изображать в виде ориентированного графа (агенты – вершины), где стрелками обозначено доверие агентов (стрелка идет от агента к агентам, кому он доверяет; если не связаны друг с другом, то стрелка не проводится).

Исходя из данной модели в [2] выводится величина

$$F_j = \frac{1}{n} \sum_{i \in N} A_{ij}^\infty, j \in N \quad (2)$$

отражающая, среднюю степень итогового доверия всех агентов j – i агенту в текущий момент времени. Эта характеристика и будет отражать влияние агента. Агенты с наибольшим показателем F_j – и есть лидеры мнений.

Предложенную формулу с учетом сходимости мнений агентов (1) была приведена к итеративному виду (3):

$$F_j(\tau) = \lim \frac{1}{n} \sum_{i \in N} A_{ij}^\tau, j \in N \quad (3.1)$$

$$F_j(\tau - 1) = \lim \frac{1}{n} \sum_{i \in N} A_{ij}^{\tau-1}, j \in N \quad (3.2)$$

$$diff = \frac{|F_j(\tau - 1) - F_j(\tau)|}{F_j(\tau - 1)} \quad (3.3)$$

где: $F_j(\tau)$ – значение влиятельности пользователя j в момент времени τ ,
 $F_j(\tau-1)$ – значение влиятельности пользователя j на предыдущей итерации,
 $diff$ – степень изменения значения влиятельности на очередном шаге.

Особенностью полученной модели, является то, что ее смысл сводится подсчету социальных связей и коэффициентов прямого влияния. Схожий принцип используется в алгоритмах ссылочного ранжирования, используемых в том числе, в поисковых сервисах (PageRank)[3].

Для выявления лидеров мнений сформирована выборка из пользователей социальной сети. Информация о пользователях и их связях хранится в документоориентированной СУБД MongoDB в формате (4):

$$\{ id : \text{string}, \text{value} : \{ \text{value} : \text{float}, \text{prs} : \text{array} \} \} \quad (4)$$

Подсчет влиятельности пользователей производился итеративным алгоритмом по модели Map-Reduce, основанном на формуле (3). MapReduce [6] – программная парадигма для выполнения распределенных вычислений на больших объемах данных, разработанная в компании Google. Пользователю достаточно описать процедуру обработки данных в виде двух функций – *map* и *reduce*. В рамках MapReduce вычисления принимают на вход и производят на выходе данные, состоящие из множества пар “ключ-значение”.

Для начала информация о связях пользователей преобразуем к виду (5):

$$\{ id : n, \text{value} : \{ \text{pg} : (1 / \sum_{k \in \text{prs}} \text{value}_k), \text{prs} : \{ id_k : (\text{value}_k - \text{value}_n / \text{value}_k), \dots \} \} \} \quad (5)$$

где: pg – текущее значение влиятельности пользователя, рассчитываемое по формуле (3.1), prs – таблица вида $\langle id_k, pr \rangle$, где pr – степень доверия пользователя k пользователю n .

Затем на подготовленных данных запускается алгоритм Map-Reduce. Функция *map* рассматривает каждого пользователя в текущей коллекции, Для каждого пользователя (назовем его x) извлекается его *id* и передает таблицу связей *prs* и *prevpg* (предыдущее значение рейтинга, формула (3.2)) для использования в следующей итерации, затем функция обрабатывает каждую из связей пользователя x .

Функция *reduce* выполняет сразу две задачи:

1. сбор информации о связях (*prs*) и предыдущих значениях влияния (*prevpg*) для каждого пользователя;
2. подсчет общей влияния для каждого пользователя.

Применение операций MapReduce продолжается до тех пор, пока значение влияния пользователей в конечном итоге не сойдется к некоторой величине. Это происходит тогда, когда степень изменения значений влияния для каждого пользователя (формула (3.3)) становится меньше определенного порогового значения (в нашем случае 0.1%). Выполнение реализации алгоритма заняло 64,2 секунды, для выборки размером в 100 тыс. пользователей. Время выполнения алгоритма на других объемах можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1.

Время работы алгоритма

| Кол-во пользователей | Кол-во итераций | Время, сек. |
|----------------------|-----------------|-------------|
| 100 | 8 | 5,23 |
| 1000 | 11 | 7,81 |
| 10000 | 14 | 18,8 |
| 100000 | 23 | 64,2 |

Таким образом, получен список пользователей и значений их влияния. Данные полученные в результате, являются непротиворечивыми (среди лидеров мнений фотографы, игроки в сетевые игры и др.), а также служат отличным базовым материалом для исследований в области информационного маркетинга и управления.

Список литературы:

1. Андреева Г.М. Социальная психология. – М.: Аспект Пресс, 2008. 149 с.
2. Губанов Д.А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. – М.: Физматлит. 2010. 228 с.
3. Марманис Х. Алгоритмы интеллектуального Интернета / Х. Марманис, Д. А. Бабенко. – М: Символ-Плюс, 2011. 480 с.
4. Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам. – М.: Наука, 1984. 495 с.
5. Goldenberg J. Talk of the network: A Complex System Look at the Underlying Process of Word-of-Mouth / J. Goldenberg, B. Libai, E. Muller. – Marketing Letters. 2001 №2 С. 11-34.
6. Miner D. MapReduce Design Patterns / D. Miner, A. Shook: - O'Reilly Media, 2012. 250 с.

СЕКЦИЯ 3.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЗОЛОТАЯ ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ

Кибешева Алина Руслановна

*студент агрономического факультета,
Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета,
РФ, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик*

Аджиева Аида Анатольевна

*научный руководитель,
д-р физ. мат. наук, проф. кафедры «Высшая математика»,
Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета,
РФ, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик*

Кабардино-Балкарская республика относится к региону с богатыми природными и социально-демографическими предпосылками развития сельскохозяйственной отрасли. Республике нужны грамотные работники. Специалисты сельского хозяйства, в частности агрономы, зоотехники, технологи, ветеринары и т.д. Специалисты, владеющие не только сельскохозяйственными специальностями, но и знающие законы физики, генетики, биологии, химии, экономики. Все эти науки в той или иной мере используют математику, что в очередной раз свидетельствует в пользу серьезного изучения этой дисциплины.

Я студентка 1-го курса Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета, будущий технолог. При изучении дисциплины высшая математика меня очень заинтересовал раздел теория вероятностей.

Многие явления в окружающем нас мире, в частности в сельском хозяйстве носят случайный характер. Если мы с явлением сталкиваемся один раз, мы не можем его точно предсказать в следующий раз. Но если это явление можно наблюдать несколько раз, при неизменных условиях, то оказывается данное явление можно описать с помощью формул. Так, например, если посеять одно зерно, мы не можем говорить, взойдет оно или нет. Однако, если

наблюдение повторить несколько раз, то можно проследить некоторую закономерность. При посеве зерен, давших всход, к общему числу посеянных с возрастанием их числа будет мало отличаться от некоторого постоянного числа. Такие эксперименты еще называются схемой повторных независимых испытаний или схемой Бернулли.

Якоб Бернулли поставил задачу: можно ли определить теоретическую вероятность по результатам испытаний и посвятил изучению этой особенности несколько десятилетий. Он доказал ее математически, т.е. например, при бросании игрального кубика большое количество раз, доля случаев, когда выпадет три очка, будет приближаться к $1/6$. Математик назвал свое открытие золотой теоремой, однако в современной формулировке она известна как закон больших чисел [2,с.283].

Важно помнить о главном условии при решении задач при помощи схемы Бернулли – это постоянство. Без этого схема теряет всякий смысл. Если условия у нас постоянны, то мы можем точно определить требуемую вероятность, что событие A произойдет ровно m раз из n возможных. Якоб Бернулли сформулировал теорему, которая носит его имя. «Теорема Бернулли» является одной из главных теорем в теории вероятности. Впервые она опубликована в труде Я. Бернулли «Искусство предложений». Рассмотрим ее суть. Проведем n испытаний Бернулли, то есть таких испытаний, когда все n испытаний независимы, вероятность появления события A в каждом отдельно взятом или единичном испытании постоянна и от испытания к испытанию не изменяется. Обозначим вероятность появления события A в единичном испытании буквой p , а вероятность противоположного события – буквой $q=1-p$. Тогда вероятность того, что событие A появится в этих n испытаниях ровно m раз, выражается формулой Бернулли [1,с.37]:

$$P_{n,m}(A) = C_n^m p^m q^{n-m}. \quad (1)$$

На практике нам часто приходится сталкиваться с такими задачами, которые можно представить в виде многократно повторяющихся испытаний, в результате каждого из которых может появиться или не появиться событие A .

При этом интерес представляет исход не каждого отдельного испытания, а общее количество появлений события A в результате определенного количества испытаний. В подобных задачах нужно уметь определять вероятность любого числа m появлений события A в результате n испытаний. Рассмотрим случай, когда испытания являются независимыми и вероятность появления события A в каждом испытании постоянна. Такие испытания называются повторными независимыми.

Примером независимых испытаний может служить проверка на годность изделий, взятых по одному из ряда партий. Если в этих партиях процент брака одинаков, то вероятность того, что отобранное изделие будет бракованным, в каждом случае является постоянным числом.

Современные ученые пытаются доказать, что «Формула Бернулли» не соответствует законам природы и можно решить задачи, не применяя ее к исследованию. Конечно, это возможно, большинство задач по теории вероятности, возможно, выполнить и без формулы Бернулли, главное не запутаться в больших объемах цифр и информации.

При практическом применении теории вероятностей часто приходится встречаться с задачами, в которых одно и то же испытание повторяется неоднократно. В результате каждого испытания может появиться или не появиться некоторое событие A , причем нас не интересует результат каждого отдельного испытания, а нас интересует общее число появлений события A в результате серии опытов. Например, если производится защита сельскохозяйственных угодий от выпадения града и крупного дождя. Противогорадовой службой осуществляется ряд выстрелов по опасным кучевым облакам, на основе данных метеорологических служб. Выстрелы производятся из одного и того оружия, с одной и той же вероятностью попадания. В данной ситуации нас интересует наивероятнейшее число попаданий. От этого зависит наш будущий урожай и безопасность населения. Такие задачи достаточно решаемы в случае, когда испытания являются независимыми.

Остановимся на следствии из формулы Бернулли - нахождении наиболее вероятных событий.

Число успехов m_0 , которому при заданном n соответствует максимальная биномиальная вероятность $P_n(m_0)$, называется наиболее вероятным числом успехов.

Для нахождения наиболее вероятного числа успехов m_0 по заданным n и p можно воспользоваться неравенствами:

$$np - q \leq m_0 \leq np + p. \quad (2)$$

Числа $np - q$ и $np + p$ отличаются на единицу. Поэтому, если $np - q$ – дробное число, то $np + p$ – также дробное и неравенство (2) определяет одно m_0 . Если $np - q$ – целое число, то и $np + p$ – также целое, тогда числа m_0 и m_0+1 будут иметь равную и наибольшую вероятность.

Подводя итоги сказанному, мы хотим привести несколько примеров:

Пример 1. Допустим, что на опытной делянке посеяно 15 семян. Пусть всхожесть всех семян одинакова и равна 80%. Возможны следующие элементарные события:

A_0 - число семян, давших росток, равно 0;

A_1 - число взошедших семян равно 1;

A_2 - число взошедших семян равно 2;

и т.д. и наконец,

A_{15} - все семена дадут всходы.

Как найти вероятности этих событий, в частности, вычислить вероятность того, что из 15 посеянных семян взойдет ровно 12, безразлично в какой последовательности?

Решение:

Число посеянных семян равно числу независимых испытаний, т.е. $n=15$, число давших всходы $m=12$, $p=0,8$, $q=1-0,8=0,2$. Тогда

$$P_{12,15} = \frac{15!}{12! 3!} \cdot 0,8^{12} \cdot 0,2^3 = \frac{13 \cdot 14 \cdot 15}{2 \cdot 3} \cdot 0,8^{12} \cdot 0,2^3 \approx 0,2551.$$

Событие «12» из «15» имеет небольшую вероятность.

Пример 2. В течение февраля месяца десять коров должны отелиться. Допустим, что в приплоде будет 1 теленок. Условимся, что вероятность рождения бычка от каждой коровы постоянна и равна 0,5. Конечно, данное предположение условно. Реально то, что каждое конкретное животное имеет не одинаковые возможности, в том числе и возможность дать в приплоде бычка или телочку. Рассмотрим осуществление следующих событий:

A_0 - число родившихся бычков равно 0, все 10 телочки;

A_1 - число родившихся бычков равно 1, остальные 9 телочки;

и т.д. и, наконец,

A_{10} - число родившихся бычков равно 10 и ни одной телочки.

Найдем, например, вероятность того, что в 10 отелах число родившихся бычков 7, а телочек 3.

Решение:

Число наблюдаемых коров принимаем равным числу независимых испытаний, т.е. $n = 10$, $m = 7$, $p = 0,5$, $q = 0,5$. Находим

$$P_{7,10} = \frac{10!}{7! 3!} \cdot 0,5^7 \cdot 0,5^3 = \frac{8 \cdot 9 \cdot 10}{2 \cdot 3} \cdot 0,5^{10} \approx 0,12.$$

В заключение хотелось бы еще раз отметить, что Формула Бернулли дает точное значение вероятности того, что событие A наступит ровно m раз в n независимых испытаниях, определяемых схемой Бернулли. Однако, практическое применение этой формулы часто оказывается затруднительным, если числа m и n достаточно велики, а вероятность p – мала. Для этих целей существуют некоторые асимптотические приближения формулы Бернулли.

Список литературы:

1. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – Москва: Высшая школа, 1998. – 400с.
2. Зайцев И.А. Высшая математика. – Москва: Высшая школа, 1991. – 398с.

СУЩЕСТВОВАНИЕ ОБЩЕЙ РЕШЁТКИ ДЛЯ ДЕВЯТИ ЭЛЕМЕНТОВ НА МНОЖЕСТВЕ ИЗ ПЯТИ ЭЛМЕНТОВ, ИМЕЮЩИХ ВЕРХНЮЮ И НИЖНЮЮ ГРАНИЦУ

Мошкович Софья Михайловна

*студент 3 курса факультет информатики СГАУ им. Королёва,
РФ, г. Самара*

Синицин Никита Александрович

*студент 3 курса факультет информатики СГАУ им. Королёва,
РФ, г. Самара*

Аннотация. В данной работе исследуется метод построение решётки для девяти элементов: $a, b, c, a \vee c, b \vee c, a \wedge c, b \wedge c, a \wedge (b \vee c), b \vee (a \wedge c)$, при условии, что $b < a$ и аксиомы теории решётки действительны. Целью работы является доказательство существования такой решётки и построение её диаграмм.

Ключевые слова: Определение: **Решётка** – частично упорядоченное множество, в котором каждое двухэлементное подмножество имеет как точную верхнюю (\sup), так и точную нижнюю (\inf) грани. Отсюда вытекает существование этих граней для любых непустых конечных подмножеств.

Определение: **Алгебра** $\langle L, \wedge, \vee \rangle$ называется решёткой, если L - непустое множество, а \wedge и \vee - бинарные отношения операций на L , которые идемпотентны, коммутативны, ассоциативны и удовлетворяют двум тождествам поглощения.

Вспомогательные теоремы:

Для того, чтобы доказать существование общей решётки для девяти элементов на множестве из пяти элементов, имеющих верхнюю и нижнюю границу, выведем вспомогательные леммы, на которые будем опираться при преобразованиях выражений.

Лемма 1. (L1) Идемпотентность: $a \wedge a = a; a \vee a = a$

Лемма 2. (L2) Коммутативность: $a \wedge b = b \wedge a; a \vee b = b \vee a$

Лемма 3. (L3) Ассоциативность: $(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c)$

$(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c)$

Лемма 4. (L4) Тождества поглощения: $a \wedge (a \vee b) = a, a \vee (a \wedge b) = a$

Введение.

В первой половине девятнадцатого века попытка Джорджа Буля формализовать пропозициональную логику привела к понятию булевой алгебры. Исследуя аксиоматику булевых алгебр в конце девятнадцатого века, Чарльз Пирс и Эрнст Шрёдер сочли полезным ввести понятие решётки. Независимо от них, Ричард Дедекин, в своих исследованиях по идеалам алгебраических чисел пришёл к тому же самому понятию. На самом деле Дедекин ввёл также модулярность, ослабленную форму дистрибутивности. Хотя некоторые из ранних результатов этих математиков очень элегантны и нетривиальны, они не привлекли внимание математической общественности.

И только работы Гаррета Биркгофа в середине 30-х годов дали толчок общему развитию теории решёток. В блестящей серии работ он продемонстрировал важность теории решёток и показал, что она является унифицирующим каркасом для доселе разрозненных достижений во многих математических дисциплинах. Сам Биркгоф, Валерий Иванович Гливенко, Карл Мингер, Джон фон Нейман, Ойстейн Оре и другие достаточно продвинулись в этой области, чтобы Биркгоф мог сделать попытку "подать" её широкой математической общественности, что он и сделал с удивительным успехом в первом издании своей монографии "Lattice theory".

Цель данной работы формулируется очень просто: доказать существование «самой общей решётки» для девяти элементов. На наш взгляд, дистрибутивные решётки сыграли многогранную роль в развитии теории решёток. Исторически теория решёток началась с (булевых) дистрибутивных решёток; в результате теория дистрибутивных решёток представляет одну из наиболее обширных и одну наиболее удовлетворительных глав теории решёток. Дистрибутивные решётки проясняют и обосновывают многие результаты общей теории решёток. Многие условия на решётки, а также элементы и идеалы решёток являются ослабленными формами дистрибутивности. Поэтому глубокое знание дистрибутивных решёток неопределимо при работе в теории решёток. Наконец,

во многих приложениях на решётки, возникающие в различных областях математики, и особенно алгебры, налагается условие дистрибутивности.

Общий вид решётки из 5 элементов с условием сравнимости двух промежуточных элементов.

Будем использовать обозначения:

$$a \wedge b = \inf\{a, b\} \quad a \vee b = \sup\{a, b\}$$

и будем называть « \wedge »– пересечением, а « \vee »-объединением. В решётках они являются бинарными операциями, которые, будучи применены к паре элементов $a, b \in L$, снова дают элемент из L .

Операции \wedge и \vee идемпотентны, коммутативны и ассоциативны, т.е. обладают следующими свойствами:

(L1) Идемпотентность: $a \wedge a = a$; $a \vee a = a$

(L2) Коммутативность: $a \wedge b = b \wedge a$; $a \vee b = b \vee a$

(L3) Ассоциативность: $(a \wedge b) \wedge c = a \wedge (b \wedge c)$

$$(a \vee b) \vee c = a \vee (b \vee c)$$

(L4) Тождества поглощения: $a \wedge (a \vee b) = a$, $a \vee (a \wedge b) = a$

Описание решёток:

Конечную решётку можно всегда описать с помощью таблицы пересечений и таблицы объединений.

Например: Пусть $L = \{0, a, b, 1\}$

| | | | | |
|----------|---|---|---|---|
| \wedge | 0 | a | b | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| a | 0 | a | 0 | a |
| b | 0 | 0 | b | b |
| 1 | 0 | a | b | 1 |

| | | | | |
|--------|---|---|---|---|
| \vee | 0 | a | b | 1 |
| 0 | 0 | a | b | 1 |
| a | a | a | 1 | 1 |
| b | b | 1 | b | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Мы видим, что большая часть информации приведённой в таблицах, является лишней. Т.к обе операции коммутативны, то таблицы симметричны относительно главной диагонали. Более того, $x \wedge x = x$, $x \vee x = x$, поэтому главные

диагонали не несут в себе новой информации. Таким образом, две таблицы можно собрать в одну:

| | | | | |
|----------|---|---|---|---|
| \wedge | 0 | a | b | 1 |
| 0 | | 0 | 0 | 0 |
| a | a | | 0 | a |
| b | b | 1 | | b |
| 1 | 1 | 1 | 1 | |

Другой способ описания решётки состоит в описании частичного порядка, т.е. множества всех таких $\langle x, y \rangle$, что $x \leq y$. В предыдущем примере получаем:

$$\leq = \{(0,0), (0,a), (0,b), (0,1), (a,a), (a,1), (b,b), (b,1), (1,1)\}$$

Очевидно, все пары вида (x,x) можно не включать в список, т.к. мы знаем, что $x \leq x$. Мы также знаем, что если $x \leq y$ и $y \leq z$, то $x \leq z$. Например, когда мы знаем, что $0 \leq a$ и $a \leq 1$, то нам не надо указывать, что $0 \leq 1$. Уточним нашу идею; будем говорить, что в частично упорядоченном множестве $(P; \leq)$ a покрывает b или b покрывается элементом a (и обозначать это так: $a \succ b$ или $b \prec a$), если $a \succ b$ и не существует x , такого, что $a \succ x \succ b$.

Отношение покрываемости в предыдущем примере имеет вид:

$$\prec = \{(0,a), (0,b), (a,1), (b,1)\}.$$

ДИАГРАММЫ.

На диаграмме частично упорядоченного множества $(P; \leq)$ элементы изображаются в виде маленьких кружков; кружки, соответствующие элементам x, y , соединяются прямой линией тогда и только тогда, когда один из них покрывает другой, если x покрывает y , то кружок соответствующий элементу x , помещается выше кружка соответствующего элементу y [1].

Постановка проблемы:

Пусть решётка имеет пять элементов $0, a, b, c, 1$ и $b < a$, $c \vee b = 1$, $a \wedge c = 0$.

Покажем, что девять элементов

$a, b, c, a \vee c, b \vee c, a \wedge c, b \wedge c, a \wedge (b \vee c), b \vee (a \wedge c)$ образуют решётку. Изобразим общий её вид. Надо доказать, что из них при помощи операций объединения и пересечения мы не получим новых элементов. Мы должны проверить тридцать шесть объединений и тридцать шесть пересечений:

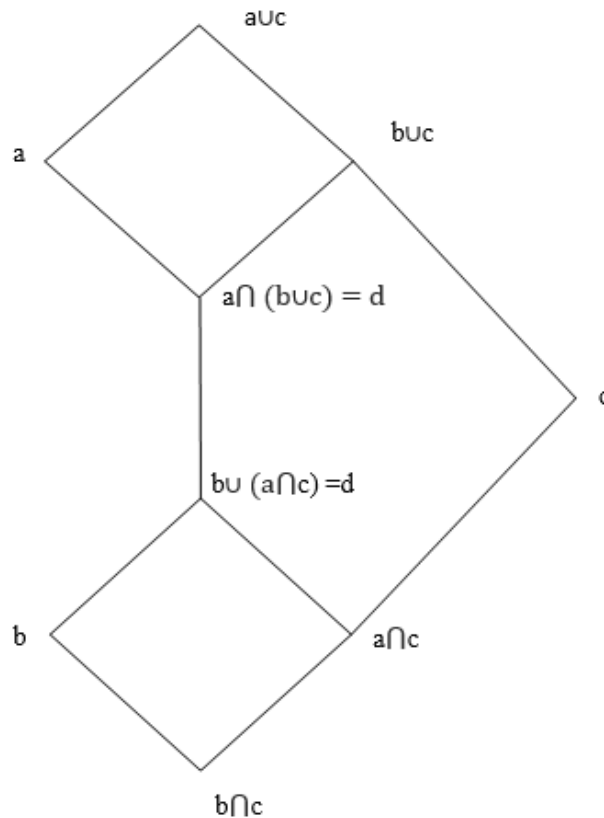


Рисунок 1. Диаграмма (общий вид) решётки для девяти элементов

Таблица 1.

Матрица для операции “ \vee ”

| | a | b | c | $a \vee c$ | $b \vee c$ | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | d | t |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|------------|------------|
| a | ----- | b | $a \vee c$ | $a \vee c$ | a | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | a | a |
| b | b | ----- | $b \vee c$ | $a \vee c$ | $b \vee c$ | D | b | d | t |
| c | $a \vee c$ | $b \vee c$ | ----- | $a \vee c$ | $b \vee c$ | C | c | $b \vee c$ | $b \vee c$ |
| $a \vee c$ | $a \vee c$ | $a \vee c$ | $a \vee c$ | ----- | $a \vee c$ | $a \wedge c$ | $a \wedge c$ | $a \vee c$ | $a \vee c$ |
| $b \vee c$ | a | $b \vee c$ | $b \vee c$ | $a \vee c$ | ----- | $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | $b \vee c$ | $b \vee c$ |
| $a \wedge c$ | $a \wedge c$ | d | c | $a \vee c$ | $b \vee c$ | ----- | $a \wedge c$ | d | t |
| $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | b | c | $a \vee c$ | $b \vee c$ | $a \wedge c$ | ----- | d | t |
| d | a | d | $b \vee c$ | $a \vee c$ | $b \vee c$ | D | d | ----- | t |
| t | a | t | $b \vee c$ | $a \vee c$ | $b \vee c$ | T | t | t | ----- |

- 1) $b \vee a = a$, (т.к. $a > b$)
- 2) $a \vee b = a \vee c$ (L2)
- 3) $c \vee b = b \vee c$ (L2)
- 4) $(a \vee c) \vee a = a \vee a \vee c = a \vee c$ (L2,L1)
- 5) $(a \vee c) \vee b = a \vee b \vee c = a \vee c$ (L2,L1)
- 6) $(a \vee c) \vee c = a \vee c$ (L2, т.к. $a > b$)
- 7) $(b \vee c) \vee a = b \vee a \vee c = a \vee c$ (L2,L1)
- 8) $(b \vee c) \vee b = b \vee b \vee c = b \vee c$
- 9) $(b \vee c) \vee c = b \vee c$
- 10) $(b \vee c) \vee (a \vee c) = b \vee a \vee c \vee c = a \vee c$ (L1,L4)
- 11) $(a \wedge c) \vee a = a$ (L4)
- 12) $(a \wedge c) \vee b = b \vee (a \wedge c)$ (L2)
- 13) $(a \wedge c) \vee c = c$ (L4)
- 14) $(a \wedge c) \vee a \vee c = a \vee c$ (L4,L2)
- 15) $(a \wedge c) \vee (b \vee c) = (a \wedge c)$ (по свойствам дистрибутивности, L4)
- 16) $a \vee (b \wedge c) = b \wedge c$ (L4)
- 17) $(b \wedge c) \vee b = b$ (L4)
- 18) $(b \wedge c) \vee c = c$ (L4)
- 19) $(b \wedge c) \vee a \vee c = (b \wedge c) \vee c \vee a = a \vee c$ (L2,L4)
- 20) $(b \wedge c) \vee (b \vee c) = b \vee c$ (L4)
- 21) $(b \wedge c) \vee (a \wedge c) = a \wedge c$ (L2)
- 22) $b \vee (a \wedge c) \vee a = a \vee b \vee (a \wedge c) \vee a \vee (a \wedge c) = a$ (т.к. $a > b$, L2,L4)
- 23) $b \vee (a \wedge c) \vee b = b \vee b \vee (a \wedge c) = b \vee (a \wedge c)$ (L1,L2)
- 24) $b \vee (a \wedge c) \vee c = b \vee c$ (L4)
- 25) $b \vee (a \wedge c) \vee a \vee c = b \vee a \vee c \vee (a \wedge c) = a \vee c$ (т.к. $a > b$, L2,L4)
- 26) $b \vee (a \wedge c) \vee b \vee c = b \vee b \vee c \vee (a \wedge c) = b \vee c$ (L1,L2)
- 27) $b \vee (a \wedge c) \vee (a \wedge c) = b \vee (a \wedge c)$ (L1,L2)
- 28) $b \vee (a \wedge c) \vee (b \wedge c) = b \vee (b \wedge c) \vee (a \wedge c) = b \vee (a \wedge c)$ (L2,L4)
- 29) $(a \wedge (b \vee c)) \vee a = a$ (L4)
- 30) $(a \wedge (b \vee c)) \vee b = (b \vee a) \wedge (b \vee (b \vee c)) = a \wedge (b \vee c)$ (L1, т.к. $a > b$)

- 31) $(a \wedge (b \vee c)) \vee c = (a \vee c) \wedge (b \vee c \vee c) = (a \vee c) \wedge (b \vee c) = (a \vee c) \wedge (c \vee b) = b \vee c$ (L2, L4)
- 32) $(a \wedge (b \vee c)) \vee (a \vee c) = a \vee c$ (L4, по свойствам дистрибутивности)
- 33) $(a \wedge (b \vee c)) \vee (b \vee c) = b \vee c$ (L4)
- 34) $(a \wedge (b \vee c)) \vee (a \wedge c) = a \wedge (b \vee c)$ (L1, L2)
- 35) $(a \wedge (b \vee c)) \vee (b \wedge c) = a \wedge (b \vee c)$ (L4)
- 36) $(a \wedge (b \vee c)) \vee (b \vee (a \wedge c)) = b \vee (a \wedge c)$ (L1, L2)

Таблица 2.

Матрица для операции “ \wedge ”

| | a | b | c | $a \vee c$ | $b \vee c$ | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | d | t |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| a | ----- | b | $a \wedge c$ | a | a | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | d | t |
| b | b | ----- | $b \wedge c$ | b | b | $b \vee c$ | $b \wedge c$ | b | b |
| c | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | ----- | c | c | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | $a \wedge c$ | $a \wedge c$ |
| $a \vee c$ | a | b | c | ----- | $b \vee c$ | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | d | t |
| $b \vee c$ | a | b | c | $b \vee c$ | ----- | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | d | t |
| $a \wedge c$ | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | $a \wedge c$ | $a \wedge c$ | $a \wedge c$ | ----- | $b \wedge c$ | $a \wedge c$ | $a \wedge c$ |
| $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | $b \wedge c$ | ----- | $b \wedge c$ | $b \wedge c$ |
| d | d | b | $a \wedge c$ | d | d | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | ----- | d |
| t | t | b | $a \wedge c$ | t | t | $a \wedge c$ | $b \wedge c$ | d | ----- |

- 1) $a \wedge b = b$ (т.к $a > b$)
- 2) $c \wedge a = a \wedge c$ (L2)
- 3) $c \wedge b = b \wedge c$ (L2)
- 4) $(a \vee c) \wedge a = a$ (L4)
- 5) $(a \vee c) \wedge b = (a \wedge b) \vee (c \wedge b) = b \vee (c \wedge b) = b$ (т.к $a > b$, L4)
- 6) $(a \vee c) \wedge c = c$ (L4)
- 7) $(b \vee c) \wedge a = a \wedge (b \vee c)$ (L2)
- 8) $(b \vee c) \wedge b = b$ (L4)
- 9) $(b \vee c) \wedge c = c$ (L4)
- 10) $(b \vee c) \wedge (a \vee c) = ((b \vee c) \wedge a) \vee ((b \vee c) \wedge c) = ((b \vee c) \wedge a) \vee c = b \wedge a \vee (c \wedge a) \vee c = b \vee c$ (т.к $a > b$, L4, по свойствам дистрибутивности)
- 11) $(a \wedge c) \wedge a = a \wedge a \wedge c = a \wedge c$ (L2, L1)
- 12) $(a \wedge c) \wedge b = a \wedge b \wedge c = b \wedge c$ (т.к $a > b$, L2)
- 13) $(a \wedge c) \wedge c = a \wedge c$ (L1)
- 14) $(a \wedge c) \wedge (a \vee c) = (a \wedge c \wedge a) \vee (a \wedge c \wedge c) = (a \wedge c) \vee (a \wedge c) = a \wedge c$ (L1)

$$15) (a \wedge c) \wedge (b \vee c) = a \wedge c$$

$$16) (b \wedge c) \wedge a = b \wedge a \wedge c = b \wedge c \text{ (т.к } a > b, L2)$$

$$17) (b \wedge c) \wedge b = b \wedge b \wedge c = b \wedge c \text{ (L2, L1)}$$

$$18) (b \wedge c) \wedge c = b \wedge c \text{ (L1)}$$

19) $(b \wedge c) \wedge (a \vee c) = (b \wedge c \wedge a) \vee (b \wedge c \wedge c) = (b \wedge c) \vee (b \wedge c) = b \wedge c$ (по свойствам дистрибутивности)

20) $(b \wedge c) \wedge (b \vee c) = (b \wedge c \wedge b) \vee (b \wedge c \wedge c) = (b \wedge c) \vee (b \wedge c) = b \wedge c$ (по свойствам дистрибутивности и L1)

$$21) (b \wedge c) \wedge (a \wedge c) = b \wedge a \wedge c \wedge c = b \wedge c \text{ (L2, т.к } a > b, L1)$$

$$22) (b \vee (a \wedge c)) \wedge a = ((a \wedge c) \vee (b \wedge a)) \wedge a = (a \wedge c) \vee b \text{ (L2, т.к } a > b)$$

$$23) (b \vee (a \wedge c)) \wedge b = b \text{ (L4)}$$

$$24) (b \vee (a \wedge c)) \wedge c = a \wedge c \text{ (L4, по свойствам дистрибутивности)}$$

$$25) (b \vee (a \wedge c)) \wedge (a \vee c) = b \vee (a \wedge c) \text{ (L4)}$$

26) $(b \vee (a \wedge c)) \wedge (b \vee c) = (b \vee c) \wedge b \vee (a \wedge c \wedge b \vee c) = b \vee (a \wedge b \wedge c \wedge c) = b \vee (a \wedge c)$ (т.к $a > b$, L1)

$$27) (b \vee (a \wedge c)) \wedge (a \wedge c) = a \wedge c \text{ (L4)}$$

28) $(b \vee (a \wedge c)) \wedge (b \wedge c) = (b \wedge c \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge b \wedge c) = (b \wedge c) \vee (b \wedge b \wedge c) = (b \wedge c) \vee (b \wedge c) = b \wedge c$ (L2, L1, т.к $a > b$)

29) $(a \wedge (b \vee c)) \wedge a = a \wedge a \wedge (b \vee c) = a \wedge (b \vee c)$ (L1, L2 по свойствам дистрибутивности)

$$30) (a \wedge b \wedge (b \vee c)) \wedge b = a \wedge b \wedge (b \vee c) = b \wedge (b \vee c) = b \text{ (т.к } a > b, L4)$$

$$31) (a \wedge (b \vee c)) \wedge c = ((a \wedge c) \wedge b) \vee c = a \wedge c \text{ (L4)}$$

$$32) (a \wedge (b \vee c)) \wedge (a \vee c) = a \wedge (a \vee c) \wedge (b \vee c) = a \wedge (b \vee c) \text{ (L2, L4)}$$

$$33) (a \wedge (b \vee c)) \wedge (b \vee c) = a \wedge (b \vee c) \text{ (L1)}$$

$$34) (a \wedge (b \vee c)) \wedge (a \wedge c) = a \wedge a \wedge c \wedge (b \vee c) = a \wedge c \text{ (L1, L2, L4)}$$

$$35) (a \wedge (b \vee c)) \wedge (b \wedge c) = a \wedge b \wedge c = b \wedge c \text{ (т.к } a > b, L4)$$

$$36) (a \wedge (b \vee c)) \wedge (b \vee (a \wedge c)) = (a \wedge (b \vee c)) \wedge b$$

∨

$\vee (a \wedge (a \wedge c)) \wedge (b \vee c) = (a \wedge b) \vee (a \wedge c) = b \vee (a \wedge c)$ (т.к $a > b$, L4, L1)

Заключение.

Проведя алгебраические преобразования и составив по результатам матрицы, мы пришли к выводу, что возможно построение общей решётки для девяти элементов, т.к. новых элементов получено не было. Тем самым доказательство теории решёток для данных условий на девяти элементах $a, b, c, a \vee c, b \vee c, a \wedge c, b \wedge c, a \wedge (b \vee c), b \vee (a \wedge c)$, при условии что $b < a$ и аксиом теории решётки верно.

Список литературы:

1. Гретцер Г. Общая теория решёток. – М.: Мир, 1982. 28–29 с.
2. Биркгоф Г. Общая теория решёток. – М.: Мир, 1984. 101 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА АСИНХРОННОГО ШИФРОВАНИЯ ЭЛЬ-ГАМАЛЯ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ ОБМЕНА СООБЩЕНИЯМИ

Спирidonov Александр Анатольевич

*студент 3 курса, кафедра прикладной математики, СГАУ,
РФ, г. Самара*

Филиппов Никита Сергеевич

*студент 3 курса, кафедра прикладной математики, СГАУ,
РФ, г. Самара*

Додонова Наталья Леонидовна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, СГАУ,
РФ, г. Самара*

Аннотация. Целью работы является создание системы для обеспечения безопасной передачи текстовых сообщений по незащищенным каналам связи. За основу был взят алгоритм работы асимметричного шифрования, предложенный Эль-Гамалем. Было выяснено, что разработанная система является эффективным средством для надежной передачи информации.

Ключевые слова: модульная арифметика, дискретное логарифмирование, асимметричное шифрование, алгоритм Эль-Гамала.

Введение

Для защиты информации применяются различные методы шифрования, меняющие с помощью криптографических преобразований исходный текст в нечитаемую последовательность символов. Рассматриваемая криптосистема Эль-Гамала относится к схемам шифрования с открытым ключом. Для шифрования и расшифровки используются совершенно разные ключи. Ключ, используемый для преобразования исходного текста в шифротекст, разрешается передавать любому пользователю системы, не задумываясь о безопасности, поэтому этот ключ называют открытым. Другой ключ, который используют для восстановления исходного текста, называют секретным. Это

позволяет свободно передавать и обменивать ключи по различным сетям с открытым доступом.

Предложенный Эль-Гамалем асимметричный алгоритм универсален. Его можно использовать для шифрования данных, для формирования цифровой подписи и для согласования общего ключа. Алгоритм также может быть модифицирован для схем проверки пароля и доказательства идентичности сообщения. Его безопасность основана на трудности вычисления дискретных логарифмов.

Основные определения

Введем некоторые определения, которые будут использованы в работе.

Полем называют коммутативное кольцо $(M, +, \cdot)$ с единицей, в котором любой элемент, отличный от нуля, имеет обратный, причем:

1. $(M, +)$ – коммутативная группа с нейтральным элементом 0;
2. $(M \setminus \{0\}, \cdot)$ – коммутативная группа с нейтральным элементом $1 \neq 0$;
3. Умножение дистрибутивно относительно сложения:

$$\forall a, b, c \in M \quad a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c.$$

Говорят, что два целых числа a и b сравнимы по модулю p и пишут $a \equiv b \pmod{p}$, если $(a - b) : p$ (разность a и b делится на p без остатка). Множество всех чисел, сравнимых с a по модулю p , называется классом вычетов a по модулю p . Множество всех классов вычетов по модулю образует кольцо вычетов. В качестве операций сложения и умножения в этом кольце используются сложение и умножение по модулю.

Конечным полем $GF(q)$ порядка q называется поле, состоящее из конечного числа элементов. Поле классов вычетов по простому модулю является конечным полем.

В конечном поле $GF(p)$ для произвольных элементов $a, b \in GF(p)$ дискретным логарифмом числа b по основанию a называется натуральное число k такое, что $a^k \equiv b \pmod{p}$. Задачу вычисления дискретного логарифма при заданных значениях p, a, b называют задачей дискретного логарифмирования в конечном поле.

Число g , взаимно простое с p , принадлежит показателю d , если d – наименьшее натуральное число, для которого $g^d \equiv 1 \pmod{p}$. Число, принадлежащее показателю функции Эйлера $\varphi(p)$, называют первообразным (примитивным) корнем по модулю p . Другими словами, первообразный корень – это образующий элемент мультипликативной группы кольца вычетов по модулю p .

История алгоритма

Египетский криптограф Тахер Эль-Гамаль в 1985 году опубликовал статью «Криптосистема с открытым ключом и схема цифровой подписи на основе дискретных логарифмов» (“A Public key Cryptosystem and A Signature Scheme based on discrete Logarithms” [3]), где описаны алгоритмы создания ассиметричных систем шифрования и электронной цифровой подписи, базирующиеся на трудности вычисления дискретного логарифма.

Описание алгоритма

Т. Эль-Гамаль предложил следующую схему шифрования на основе возведения в степень по модулю большого простого числа.

1. Генерация ключей.

Первая часть протокола состоит в генерации ключей – открытого и закрытого.

Открытый ключ представляет собой тройку чисел $\langle m, g, publicKey \rangle$. Генерируется большое простое число m , по модулю которого будут осуществляться все дальнейшие сравнения: $m \gg \max_i \{s_i\}$.

Замечание. В схемах шифрования в качестве модуля необходимо использовать большое целое простое число, имеющее в двоичном представлении длину 512–1024 бит.

Затем генерируется закрытый ключ $privateKey$ из условия, что его значение не должно превосходить m : $m > privateKey > 1$.

Выбирается первообразный корень g по модулю m . Затем вычисляется последний элемент открытого ключа $publicKey \equiv g^{privateKey} \pmod{m}$.

Замечание. В работе используется алгоритм быстрого возведения в степень по модулю.

Сформированный открытый ключ рассылается по незащищенным каналам связи абонентам.

Замечание. Определение закрытого ключа на основе открытого невозможно даже на современном технологическом уровне.

II. Шифрование сообщения $M = \{s_i\}_{i=1}^n$

Абонент, желающий зашифровать сообщение, генерирует случайное натуральное взаимно простое с модулем m сессионное число k_i : $1 < k_i < m$, причем $\text{НОД}(k_i, m - 1) = 1, i = \overline{1, n}$.

Вычисляются шифры (a_i, b_i) для каждого элемента сообщения:

$$a_i \equiv g^{k_i} \pmod{m};$$

$$b_i \equiv \text{publicKey}^{k_i} \cdot s_i \pmod{m}.$$

Вся упорядоченная последовательность $C = \{(a_i, b_i)\}_{i=1}^n$, состоящая из шифров элементов (a_i, b_i) , является шифром сообщения (шифротекстом).

III. Расшифровка $C = \{(a_i, b_i)\}_{i=1}^n$.

Зная закрытый ключ privateKey , исходное сообщение можно вычислить из шифротекста:

$$s'_i \equiv b_i \cdot a_i^{-\text{privateKey}} \pmod{m}.$$

$$M' = \{s'_i\}_{i=1}^n.$$

Замечание. Для удобства возведения в степень можно применить малую теорему Ферма. Так как $a_i^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$, допускается умножить правую часть сравнения на a_i^{m-1} .

Докажем, что $M = M'$:

$$s'_i \equiv b_i \cdot a_i^{-\text{privateKey}} \pmod{m},$$

$$b_i \cdot a_i^{-\text{privateKey}} \equiv \text{publicKey}^k \cdot s_i \cdot (g^k)^{-\text{privateKey}} \pmod{m},$$

$$\text{publicKey}^k \cdot s_i \cdot (g^k)^{-\text{privateKey}} \equiv (g^{\text{privateKey}})^k \cdot s_i \cdot (g^k)^{-\text{privateKey}},$$

$$(g^{\text{privateKey}})^k \cdot s_i \cdot (g^k)^{-\text{privateKey}} \equiv s_i \pmod{m},$$

$$\Rightarrow s'_i \equiv s_i \pmod{m}.$$

Из условия $m > \max\{s_i\}$ следует равенство $s'_i = s_i$.

Пример работы алгоритма

Пусть нескольким абонентам $A_j, j = \overline{1, l}$ необходимо передать сообщения $M_j, j = \overline{1, l}$ абоненту B . Рассмотрим случай, когда передаваемая информация имеет кодируемый характер, а именно текстовое представление.

Абонент B формирует случайное простое число m , по модулю которого будут производиться все сравнения. Для наглядности работы алгоритма выберем небольшое число: $m = 131$.

Также абонент B генерирует g — первообразный корень по модулю m : $g = 5$. Далее выбирается случайное натуральное число $privateKey$, меньшее m и не равное 1: $privateKey = 4$. Затем вычисляется последняя составляющая открытого ключа $publicKey$: $publicKey \equiv g^{privateKey} \pmod{m}$.

$$publicKey \equiv 5^4 \pmod{131}$$

$$publicKey \equiv 101 \pmod{131}$$

Открытый ключ $(m, g, publicKey) = (131, 5, 101)$ рассылается по незащищенным каналам связи, а секретный ключ x хранится абонентом B в тайне.

Получив открытый ключ, абоненты A_i на его основе шифруют сообщение. Рассмотрим процесс шифрования сообщения $M = "dog"$. Текстовая строка представляется как последовательный набор символов, который, в свою очередь, представляется кодовой комбинацией на основании таблицы ASCII: $M = \{s_i\}_{i=1}^n$.

$$"dog" \sim \{'d', 'o', 'g'\} \sim \{100, 111, 103\}$$

Далее каждая кодовая комбинация шифруется следующим образом:

1. Выбирается случайный натуральный сессионный ключ k , находящийся в диапазоне $[2, m - 1]$. Например, $k = 3$.

2. Вычисляются пары чисел (a_i, b_i) : $a_i \equiv g^{k_i} \pmod{m}$ и $b_i \equiv publicKey^{k_i} \cdot s_i \pmod{m}$. $a_1 \equiv 5^3 \pmod{131}$

$$a_1 \equiv 125 \pmod{131}$$

$$b_1 \equiv 101^3 \cdot 100 \pmod{131}$$

$$b_1 \equiv 41 \pmod{17}$$

Следовательно, для символа 'd' шифр будет иметь вид $\begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 125 \\ 41 \end{pmatrix}$

Аналогичным образом при $k = 4$ и $k = 5$ соответственно символы 'o' и 'g' получают шифры $\begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 13 \\ 9 \end{pmatrix}$ и $\begin{pmatrix} a_3 \\ b_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 14 \\ 4 \end{pmatrix}$.

Зашифрованное сообщение $\left\{ \begin{pmatrix} 125 \\ 41 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 101 \\ 115 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 112 \\ 17 \end{pmatrix} \right\}$ отправляется абоненту В.

Замечание. Наглядно видно, что недостатком данного метода шифрования является увеличение длины зашифрованного сообщения в два раза относительно исходного.

Получив зашифрованное сообщение, абонент В посимвольно расшифровывает текст: $s_i \equiv b_i \cdot a_i^{-privateKey} \pmod{m}$.

$$s_1 \equiv 41 \cdot 125^{131-1-4} \pmod{131}$$

$$s_1 \equiv 100 \pmod{131}$$

Аналогичным образом получим $s_2 \equiv 111$, $s_3 \equiv 103$. Обратным преобразованием по таблице ASCII получим строку "dog". Таким образом, абонент В расшифрует сообщение.

Пример программно-аппаратной реализации алгоритма

В процессе работы была создана одноранговая система передачи текстовых сообщений по сети Интернет с возможностью криптографической защиты передаваемых данных.

Рассмотрим основные алгоритмы программы: шифрование и дешифрование текстовых строк.

Функция шифрования текста последовательно каждому символу ставит в соответствие пару чисел, записывая их в адрес по указателю dcrp_message. Причем указатель message ссылается на строку, которую требуется зашифровать.

```
String^ dcrp_message = ""; //строка, содержащая зашифрованные данные
if (message->Length > 0) { // проверка строки на пустоту
array<Char>^ temp = gcnew array<Char>(message->Length - 1);
```

```

temp = message->ToCharArray(); // разбиение message на массив символов
for (int i=0; i <= message->Length - 1; i++){
    unsigned int s = (unsigned int)temp[i]; // представление символа как числа
    // генерация псевдослучайного числа в необходимом диапазоне
    • k = Random().Next(2, module-1);
    • unsigned int a = power(g, k, module); //  $a \equiv g^k \pmod{\text{module}}$ 
    • unsigned int b = mul (power(publicKey, k, module ), s, module);
//  $b \equiv \text{publicKey}^k \cdot s_i \pmod{\text{module}}$ 
    dcrp_message = dcrp_message + a + " " + b + " ";
}
message = dcrp_message;
}

```

Дешифрование происходит сложнее и требует большее количество операций. Переданный шифротекст является строкой вида " $a_1 b_1 a_2 b_2 \dots a_n b_n$ ", на которую указывает dcrp_msg.

```

// разбиение шифротекста сообщения на массив указателей
array<String>^ strA = dcrp_msg->Split(' ');
if (strA->Length > 0){ // проверка на пустоту
    for (int i = 0; i < strA->Length - 1; i += 2){
//формирование массивов первых и вторых компонент шифров символов
    • array<Char>^ a = gcnew array<Char>(strA[i]->Length);
    • array<Char>^ b = gcnew array<Char>(strA[i+1]->Length);
    • unsigned int ai = 0;
    • unsigned int bi = 0;
    • a = strA[i]->ToCharArray();
    • b = strA[i + 1]->ToCharArray();
//преобразование компонент шифра
        for (int j = 0; (j < a->Length); j++)
            ai = ai * 10 + (unsigned int)(a[j] - 48);
        for (int j = 0; (j < b->Length); j++)

```

```

        bi = bi * 10 + (unsigned int)(b[j] - 48);
    if ((ai != 0) && (bi != 0)){
        unsigned int deM = mul(bi, power(ai, module - 1 - privateKey,
module), module); //  $s_i \equiv b_i \cdot a_i^{-privateKey} \pmod{m}$ .
        Char m((unsigned int)deM); // представление числа как символа
        msg = msg + m; // формирование расшифрованного сообщения
    }
}
}

```

Пример работы ПО

В данном примере осуществляется передача конфиденциальной информации от пользователя Professor другому пользователю Assistant Professor, который генерирует секретный ключ *privateKey*. При этом Assistant Professor передает открытый ключ $(m, g, publicKey) = (997, 17, 405)$ собеседнику. Тот, в свою очередь, установив параметры открытого ключа, шифрует конфиденциальное сообщение. На данном примере видно, что длина сообщения возрастает.

Получив шифротекст сообщения, пользователь Assistant Professor дешифрует данные. Таким образом, информация передана по открытой сети Интернет с более высокой степенью защищенности при помощи криптографического алгоритма защиты.

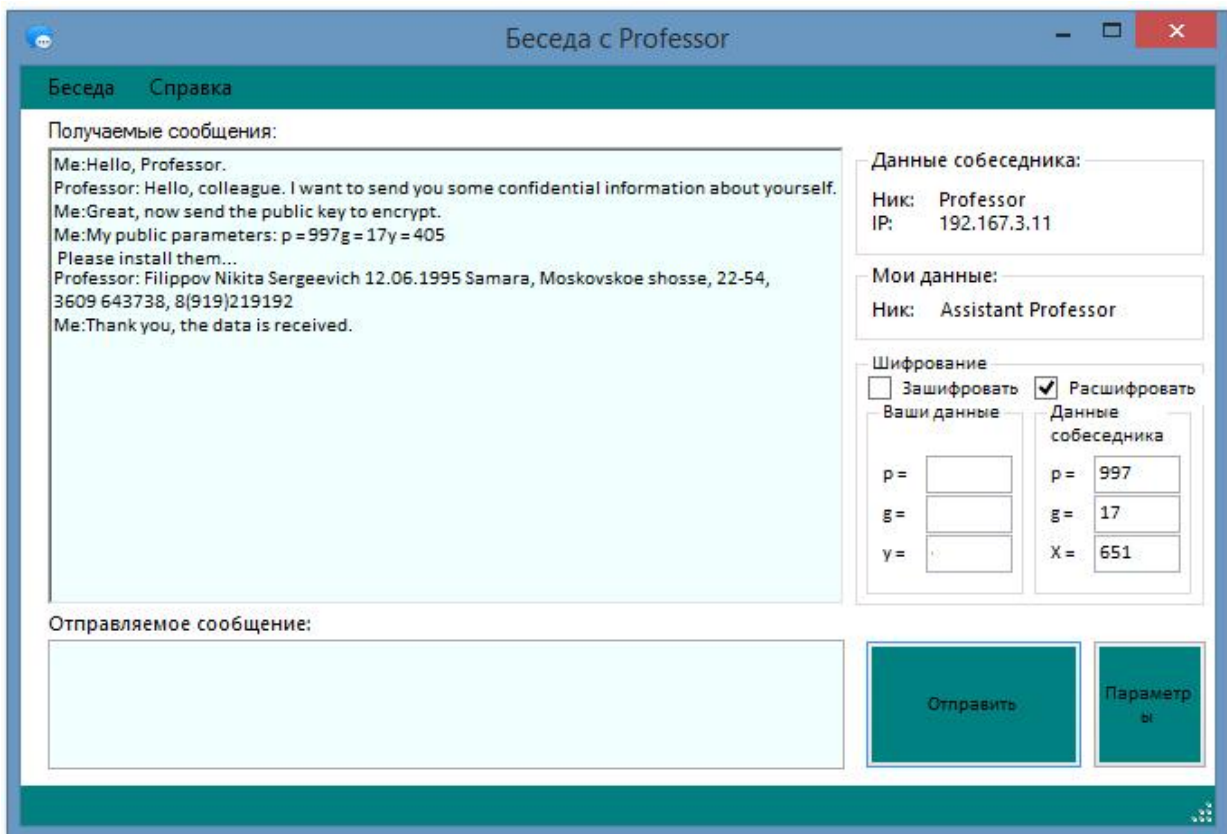


Рисунок 1. Диалоговое окно пользователя Assistant Professor

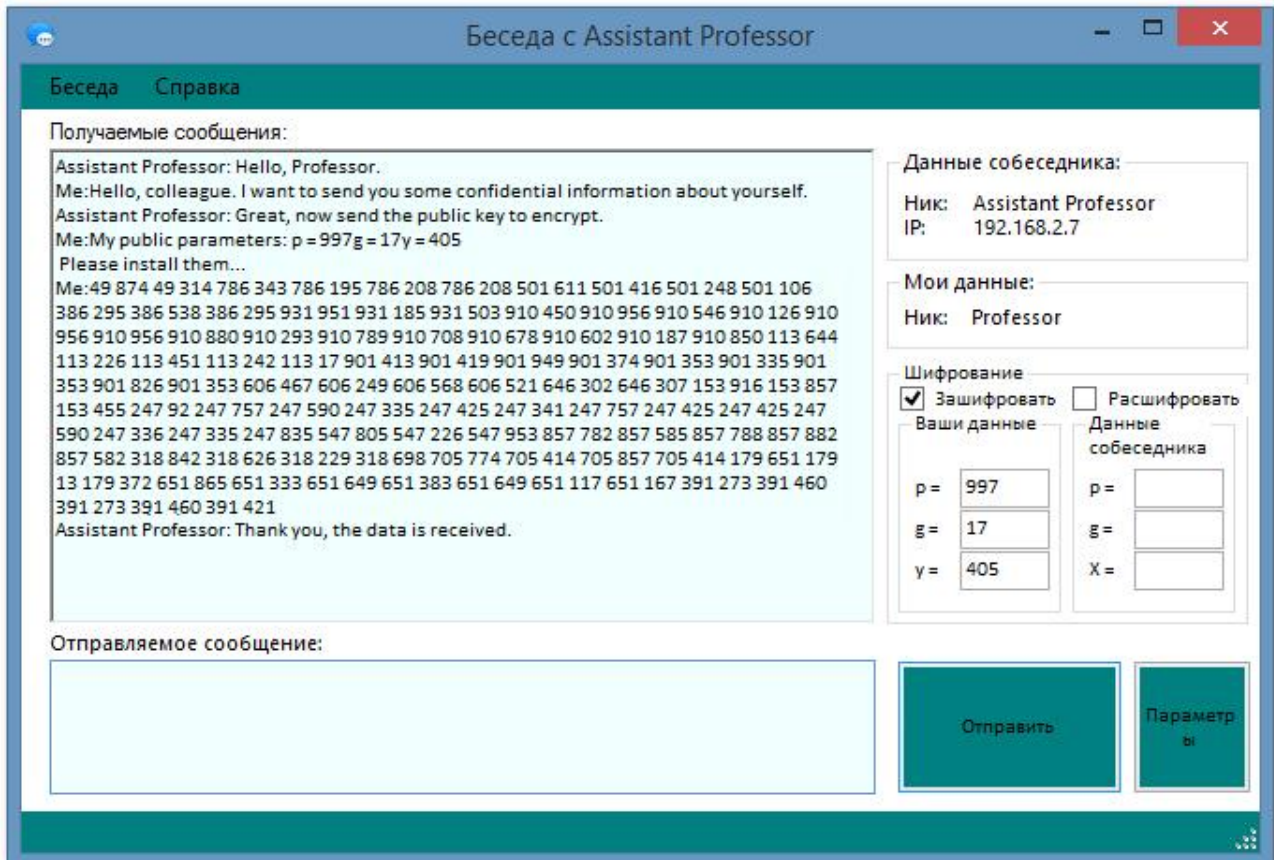


Рисунок 2. Диалоговое окно пользователя Professor

Результаты и выводы

Была разработана система, позволяющая безопасно передавать сообщения по незащищенному каналу связи между двумя абонентами. В её основе лежит алгоритм Эль-Гамала, опирающийся на трудности вычисления дискретных логарифмов в конечном поле. Система может применяться и внедряться на местах, где значима безопасность и конфиденциальность передаваемой информации. Злоумышленник не сможет получить желаемые данные, так как для восстановления сообщения у него будет недостаточное количество составляющих для решения задачи расшифрования. Таким образом, созданная система является эффективным средством защиты от перехвата информации в открытом канале связи.

Список литературы:

1. Ишмухаметов, Ш.Т. Математические основы защиты информации: электронное учебное пособие / Ш.Т. Ишмухаметов, Р.Г. Рубцова. – Казань: Казанский федеральный университет, Институт вычислительной математики и информационных технологий, 2012. – 139 с.
2. Черемушкин, А.В. Лекции по арифметическим функциям в криптографии / А.В. Черемушкин. – М.: МЦНМО, 2002. – 103 с.
3. ElGamal T., 1985. A Public key Cryptosystem and A Signature Scheme based on discrete Logarithms. IEEE Transactions on Information Theory, vol. IT-31, № 4.

ЗАДАЧА ОБ ОЖЕРЕЛЬЯХ. АЛГОРИТМЫ НАХОЖДЕНИЯ РЕШЕНИЙ. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗИЦИЯ ЗАДАЧИ

Филипенко Анастасия Андреевна

*студент 3 курса, кафедра прикладной математики, СГАУ,
РФ, г. Самара*

Химач Роман Андреевич

*студент 3 курса, кафедра прикладной математики, СГАУ,
РФ, г. Самара*

Тишин Владимир Викторович

*научный руководитель, доц., кафедра прикладной математики, СГАУ,
РФ, г. Самара*

Введение

В данной статье рассматриваются некоторые алгоритмы решения задачи об ожерельях. В данной работе уделим особое внимание Лемме Бёрнсайда, теореме Пойа и некоторым соответствующим определениям, так как этот теоретический материал поможет реализовать программный продукт решения задачи, что является нашей целью.

Актуальность

В чем же состоит актуальность выбранной нами темы? Ответ на данный вопрос прост. В теории кодирования некоторые вопросы связаны с известной комбинаторной задачей, которая называется «Задача об ожерельях».

Какое же отношение имеет задача об ожерельях к проблемам кодирования? А дело вот в чем: при передаче закодированных сообщений на передающей и приемной сторонах канала связи должна выполняться синхронизация. Синхронность работы обеспечивается тактовыми генераторами. При сбоях этих генераторов происходит нарушение синхронизации, а это в свою очередь приведет к неправильному восприятию символов. Т.е. в качестве начального символа кодового слова воспринимается такой символ, который и не является начальным. Отсюда вытекает и актуальность задачи построения кодов, которые способны восстанавливать синхронизацию.

Основные определения

Действие группы G на множестве X – это гомоморфизм групп $\rho: G \rightarrow S(X)$, где $S(X)$ – группа биекций $X \rightarrow X$. Обозначается $G : X$.

При фиксированном действии $G : X$ для каждого элемента $x \in X$ определены его орбита $Gx := \{gx \mid g \in G\} \subseteq X$ и стабилизатор – подгруппа $St_x := \{h \in G \mid hx = x\} \subseteq G$.

Орбиты действия – классы эквивалентности по отношению $x \sim y \Leftrightarrow \exists g \in G \ y = gx (x, y \in X)$.

Действие $\rho: G \rightarrow S(X)$ называется

- Транзитивным, если все множество X – единственная орбита, т.е. $\forall x, y \in X \exists g \in G \ y = gx$;

- Эффективным, если его ядро неэффективности $Ker \rho$ тривиально.

Функция Эйлера $\varphi(a)$ определяется для всех целых положительных a и представляет собою число чисел ряда $0, 1, \dots, a - 1$, взаимно простых с a .

Инвариантной перестановкой будет являться любая перестановка, полученная из данной циклическим сдвигом.

Перестановка – это упорядоченный набор чисел $\{1, 2, \dots, n\}$, обычно трактуемый как биекция на множестве $\{1, 2, \dots, n\}$, которая числу i ставит в соответствие i -ый элемент из набора. Число n при этом называется порядком перестановки.

Циклом длины l называется такая перестановка π , которая тождественна на всём множестве X кроме подмножества $\{x_1, x_2, \dots, x_l\} \subset X$ и $\pi(x_l) = x_1$, $\pi(x_i) = x_{i+1}$. Обозначается (x_1, x_2, \dots, x_l) .

Формулировка задачи об ожерельях

Требуется посчитать количество ожерелий из n бусинок, каждая из которых может быть покрашена в один из k цветов. При сравнении двух ожерелий их можно поворачивать, но не переворачивать, т.е. разрешается сделать циклический сдвиг. Решение данной задачи опирается на лемму Бёрнсайда и теорему Пойа.

Лемма Бёрнсайда

Пусть группа G действует на множество X . Будем называть два элемента x и y эквивалентными. Если $x = gy$ для некоторого $g \in G$, то два элемента x и y являются эквивалентными. Тогда число классов эквивалентности равно сумме числа стабилизаторов по всем элементам группы G , делённой на размер этой группы: $|C| = \frac{1}{|G|} \sum_{k \in G} I(k)$, $I(k)$ — количество стабилизаторов для элемента k .

Обобщением леммы Бёрнсайда является Теорема Пойа. Она позволяет находить количество классов эквивалентности, используя величину — количество циклов в перестановке.

Теорема Пойа

$C = \frac{1}{|G|} \sum_{l \in G} k^{P(l)}$, где C — количество различных классов эквивалентности, $P(l)$ — количество циклов в перестановке l , k — количество различных состояний одного элемента.

Первый алгоритм нахождения решения задачи про ожерелья

Дано: бусины k различных цветов, ожерелье состоит из n бусин.

Для решения данной задачи мы обратимся к теореме Пойа, воспользовавшись нижеприведенной формулой: $C = \frac{1}{|G|} \sum_{l \in G} k^{P(l)}$

Из условия видно, что любая перестановка, которая получается путем циклического сдвига, будет инвариантной данной. Очевидно, что всего инвариантных перестановок в каждом классе n (т.к. для каждой перестановки длины n существует $(n - l)$ инвариантная перестановка). Следующим шагом будет нахождение $P(i)$. Обратим внимание, что в i -ой перестановке на позиции l стоит элемент $(i + l) \bmod n$. А также видим, что элемент a переходит в элемент $a + in$, где $i = 1, 2, \dots, k$. Следовательно, длина цикла для i -ой перестановки равна $\frac{lcm(n, i)}{i} = \frac{n}{gcd(i, n)}$, где $gcd(i, n)$ — НОД (i, n) , $lcm(n, i)$ — НОК (n, i) .

Откуда следует что: $|C| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k^{gcd(i, n)}$, где $|C|$ — количество различных ожерелий, получаемые из n бусин k различных цветов.

Если бусины раскрашиваем в один цвет, то они принадлежат одной орбите, т.е. одна получается из другой путем преобразования симметрии. У тождественного поворота есть n неподвижных точек. Обратившись к лемме Бёрнсайда, получаем, что число орбит равняется $\frac{n}{p} = \gcd(n, i)$, где p - минимальное число, причем ip делится на n , число их раскрасок $N_i = k^{\gcd(n, i)}$. Сумма инвариантных раскрасок для всех поворотов: $s = \sum_{i=1}^n N_i = \sum_{i=1}^n k^{\gcd(n, i)}$.

В последней сумме $\varphi(n)$ слагаемых ($\varphi(n)$ — функция Эйлера), для которых $\gcd(n, i) = 1$. Если же $\gcd(n, i) = q$, то $\gcd\left(\frac{n}{q}, \frac{i}{q}\right) = 1$.

Количество i , меньших n , определяется перебором чисел вида $i = lq, 0 \leq l \leq \frac{n}{q}$, и обязательно проверяются эти числа условием $1 = \gcd\left(\frac{n}{q}, \frac{i}{q}\right) = \gcd\left(\frac{n}{q}, l\right)$.

По определению функции $\varphi(n)$ таких чисел будет $\varphi\left(\frac{n}{q}\right)$. Сделав подстановку, получаем: $s = \sum_{i=1}^n k^{\gcd(n, i)} = \sum_{q|n} \varphi\left(\frac{n}{q}\right) k^q$. Тогда количество различных

ожерелий будем высчитывать по формуле: $|C| = \frac{1}{n} \sum_{q|n} \varphi\left(\frac{n}{q}\right) k^q$.

Второй алгоритм нахождения решения про ожерелья

Пусть теперь ожерелья считаются одинаковыми, они переходят друг в друга не только поворотом, но и отражением относительно некоторой оси, которая может располагаться на двух противоположных бусин, или ось лежит на противоположных пустотах, а также ось может проходить через бусину, если их нечетное количество. Для решения задачи по второму алгоритму будем пользоваться леммой Бёрнсайда.

Сначала отметим, что в качестве операций требуется рассматривать только повороты и отражения. Возможные операции:

- 1) Поворот и отражение – отражение.
- 2) Отражение и поворот – отражение.

3) Отражение и отражение – поворот.

Пронумеруем наши бусинки по часовой стрелке. Поворот не меняет порядка. Нетрудно понять, что и отражение не меняет порядка, а меняет лишь направление обхода бусин. Если мы сначала совершим поворот, а потом проведем отражение относительно какой-нибудь оси, то мы можем получить, то же самое и обычным отражением относительно какой-то оси. Такая ось будет, ведь всегда можно выбрать ось, которая поставит первую бусину на своё первоначальное место, поменяв направление обхода. Поэтому поворот и отражение не добавляет нам новой операции. Аналогично рассуждая во втором пункте, получим такой же вывод. В третьем пункте мы дважды меняем направление обхода, но не изменяем порядка. Поэтому эту операцию заменит обычный поворот.

Выделим два случая, когда число бусин нечетное и четное.

Случай 1. Дано: число бусин - нечётное. Тогда мы имеем n осей, которые проходят через каждую бусину. Рассмотрим одну ось. Возьмём саму бусину, через которую проходит выбранная ось, и половину бусин с одной стороны от этой оси. Окрасим выбранные бусины в различные цвета, а остальная половина бусин по ним однозначно восстановится. Таким образом, количество неподвижных точек для одной оси получим $k \frac{n+1}{2}$. Операций в группе станет в два раза больше: $2n$ (т.е. n сдвигов и n отражений).

Воспользуемся леммой Бёрнсайда, взяв формулу: $|B| = \frac{1}{|G|} \sum_{k \in G} I(k)$

$|G| = 2n$. Первые n операций — повороты, сумма их количества неподвижных точек принимает значение $\frac{|C|}{2}$, где $|C|$ — количество ожерелий из n бусинок k различных цветов без отражений (вышеприведенный алгоритм). Деление в предыдущем алгоритме происходило на n , а здесь на $2n$. Следующие n операций — отражения. Сумма неподвижных точек будет $k \frac{n+1}{2} n$.

$$|B| = \frac{|C|}{2} + \frac{1}{2n} k \frac{n+1}{2} n = \frac{|C|}{2} + \frac{1}{2} k \frac{n+1}{2} = \frac{1}{2n} \sum_{q|n} \varphi\left(\frac{n}{q}\right) k^q + \frac{1}{2} k \frac{n+1}{2}.$$

Случай 2. Дано: число бусин - чётное. В данном случае мы имеем $\frac{n}{2}$ осей, проходящих через пустоты между бусинами. Можно выбрать по $\frac{n}{2}$ бусин и дать им различные цвета. Остальная половина восстановится по ним. Для данных осей количество неподвижных точек будет $k^{\frac{n}{2}}$. Ещё у нас есть $\frac{n}{2}$ осей, проходящих через бусины. В данных случаях мы можем выбрать по $\frac{n}{2} + 1$ бусин. То есть количество неподвижных точек будет $k^{\frac{n}{2}+1}$. Операций в группе также $2n$. Снова воспользовавшись Леммой Бёрнсайда, получим:

$$|B| = \frac{|C|}{2} + \frac{1}{2n} \left(\frac{n}{2} k^{\frac{n}{2}} + \frac{n}{2} k^{\frac{n}{2}+1} \right) = \frac{|C|}{2} + \frac{1}{4} k^{\frac{n}{2}} (k + 1)$$

$$= \frac{1}{2n} \sum_{q|n} \varphi \left(\frac{n}{q} \right) k^q + \frac{1}{4} k^{\frac{n}{2}} (k + 1)$$

Теперь вернемся к проблемам кодирования. Разложим n бусин по окружности, указав для каждой бусины номер ее цвета. Если совершить обход этой окружности в определенном направлении, начав с какой-то бусины, то ожерелью из n бусинок будет соответствовать слово (a_1, a_2, \dots, a_n) , где a_i - это номер цвета i -й бусины. Т.к. обход можно начать с любой бусины, поэтому любому ожерелью соответствует n слов, получаемых одно из другого путем циклических сдвигов. Чтобы вывести формулу для нахождения числа основных слов, воспользуемся функцией Мёбиуса

$$\mu(n) = \begin{cases} 1, & \text{если } n = 1; \\ (-1)^k, & \text{если } n - \\ & \text{произведение } k \text{ различных простых чисел;} \\ 0 & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

Обозначив общее число основных слов длины n алфавита из m символов

$$P_n(m), \text{ получим } P_n(m) = \mu(d_1) m_1^{\frac{n}{d_1}} + \mu(d_2) m_2^{\frac{n}{d_2}} + \dots + \mu(d_k) m_k^{\frac{n}{d_k}}. \quad \text{Полученная}$$

формула позволяет найти число интересующих нас ожерелий, которое, очевидно, равно $\frac{P_n(m)}{n}$.

Один из возможных путей решения - рассмотрение множества n -буквенных кодовых слов, удовлетворяющего такому ограничению: если (a_1, a_2, \dots, a_n) и (b_1, b_2, \dots, b_n) - кодовые слова, то никакое из «перекрытий» между ними

$(a_2 a_3 \dots a_n b_1), (a_3 \dots a_n b_1 b_2), \dots, (a_n b_1 \dots b_{n-1})$ не является кодовым словом. Коды, обладающие этим свойством, называются синхронизируемыми. Решение задачи об ожерельях позволит узнать, насколько велика плата за усовершенствование кода. Действительно, если $a = (a_1, a_2, a_3 \dots, a_n)$ - кодовое слово синхронизируемого кода, то кодовым словом не может быть его циклический сдвиг, так как он является перекрытием для пары (a, a) .

Следовательно, обозначенное $w_n(m)$ максимальное число n -буквенных слов синхронизируемого кода, который использует алфавит из t символов, не превосходит числа несоставных ожерелий с n бусинами t различных цветов.

$$W_n(m) \leq \frac{1}{n} P_n(m).$$

В итоге, получаем верхнюю границу для числа n -буквенных кодовых слов синхронизируемого кода: $W_n(m) \leq \frac{1}{n} \left(\mu(d_1) m_1^{\frac{n}{d_1}} + \dots + \mu(d_k) m_k^{\frac{n}{d_k}} \right)$;

Реализация программного продукта

Формулировка конкретной задачи: ожерелье состоит из N колечек, нанизанных на замкнутую нить. Все колечки имеют разные размеры. В зависимости от размера колечки пронумерованы числами от 1 до N , начиная с самого маленького и до самого большого. Колечки можно передвигать вдоль нити и протаскивать одно через другое, если номера этих колечек отличаются более чем на единицу. Необходимо упорядочить колечки в порядке возрастания номеров вдоль нити по часовой стрелке.

Реализация решения данной задачи разработана на языке программирования C++. Среда разработки - Microsoft Visual Studio.

```

class Functions{
public:
    static int ReadInt(){
        int value = 0;
        scanf("%d", &value);
        return value;}

    static int Abs(int x)
        {return (x < 0) ? -x: x;}

};

class Data{
private: ...
public: ...

    bool Swap(int i, int j){
        Data &data = *this;
        if (Functions::Abs(data[i]-data[j]) < 2)
            return false;

        int t = data[i];
        data[i] = data[j];
        data[j] = t;
        return true;}

...

class Solver{
public:
    static void Solve(Data &data){
        while (true){
            bool end = true;
            for (int i = 0; i < data.Size(); i++){
                if (data[i] > data[i+1])
                    continue;
                if (data.Swap(i, i+1)){

```

```
        printf("%d %d\n", data[i+1], data[i]);
        end = false;}
    } if (end)
        break;
    }printf("0\n");
};}; ...
```

Заключение

Таким образом, в данной работе мы достигли своей цели, представив программную реализацию решения конкретной задачи об ожерельях, а также рассмотрели различные алгоритмы нахождения решения.

Список литературы:

1. Бьерн Страуструп. Язык программирования C++, 2011. –1136 с.
2. Виноградов И. М. Основы теории чисел. - Москва-Ижевск: 2003, 176 с.
3. Калужнин Л. А., Сущанский В. И. Преобразования и перестановки: Пер. с укр.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. - 160 с. – (Проблемы науки и технического прогресса).
4. Комбинаторный анализ. Задачи и упражнения: Учебное пособие/ Меньшиков М.В. и др. Под ред. К.А. Рыбникова. – М.: Наука, 1982. - 368 с.

ТЕОРИЯ СПИСКОВ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ

Чернов Роман Вячеславович

студент 3 курса, факультет информатики, кафедра геоинформатики
и информационной безопасности СНИУ имени академика С.П.Королева,
РФ, г. Самара

Тишин Владимир Викторович

научный руководитель, доц., кафедра прикладной математики
Самарского университета,
РФ, г. Самара

Введение.

В работе описывается теория списков, которая позволяет решать некоторые задачи теории множеств. Данная теория была использована на интуитивном уровне в [1, с. 15] при решении ряда задач. В данной работе представлен переход от интуитивных размышлений к теории, основанной на теории множеств. Также рассмотрен пример решения системы уравнений относительно заданного множества, как вариант применения данной теории.

Определение α -элементов.

Пусть множества S_1, \dots, S_n находятся в общем положении. Рассмотрим множество индексов $I = \{1, \dots, n\}$, а также множества индексов I_1, \dots, I_{2^n-1} . Каждое из множеств I_k представляет собой сочетание из n элементов, взятых по m штук.

Определение 1. Введем множества, определяемые следующим выражением:

$$\alpha_k = \left\{ x \mid x \in \left(\bigcap_{i \in I_k} S_i \right) \setminus \left(\bigcup_{j \in I \setminus I_k} S_j \right) \right\}, I_k \neq \emptyset, k = \overline{1, \dots, 2^n - 1} \quad (1)$$

Множества α_k будем называть α -элементами.

Используя свойства $A \setminus (\bigcup_{i \in I} B_i) = \bigcap_{i \in I} (A \setminus B_i)$ и $(\bigcap_{i \in I} A_i) \setminus B = \bigcap_{i \in I} (A_i \setminus B)$, получим

$$\left(\bigcap_{i \in I_k} S_i \right) \setminus \left(\bigcup_{j \in I \setminus I_k} S_j \right) = \bigcap_{j \in I \setminus I_k} \left(\left(\bigcap_{i \in I_k} S_i \right) \setminus S_j \right) = \bigcap_{\substack{i \in I_k \\ j \in I \setminus I_k}} (S_i \setminus S_j)$$

В результате имеем выражение для α -элементов, аналогичное (1):

$$\alpha_k = \left\{ x \mid x \in \bigcap_{\substack{i \in I_k \\ j \in I \setminus I_k}} (S_i \setminus S_j) \right\}, I_k \neq \emptyset, k = \overline{1, \dots, 2^n - 1} \quad (2)$$

Таким образом каждому α -элементу мы поставили в соответствие набор элементов x из множества $\bigcup_{i \in I} S_i$.

Замечание. При наличии в задаче универсального множества U определим нулевой α -элемент следующим образом:

$$\alpha_0 = \left\{ x \mid x \in U \setminus \left(\bigcup_{j \in I \setminus I_k} S_j \right) \right\}$$

Свойства α -элементов.

Для α -элементов определим следующий набор свойств:

1. $\forall a, b \ a \neq b \ \alpha_a \cap \alpha_b = \emptyset$.
2. $\bigcup_{k \in K_m} \alpha_k = S_m \cdot K_m = \{k \mid m \in I_k\}$

Докажем данные свойства.

$$1. \alpha_a \cap \alpha_b = \left(\bigcap_{\substack{i \in I_a \\ j \in I \setminus I_a}} (S_i \setminus S_j) \right) \cap \left(\bigcap_{\substack{i \in I_b \\ j \in I \setminus I_b}} (S_i \setminus S_j) \right) \quad (*)$$

Из определения α -элементов можно сделать вывод о том, что верно либо выражение $I_a \cap (I \setminus I_a) \neq \emptyset$, либо выражение $I_b \cap (I \setminus I_b) \neq \emptyset$, либо оба этих выражения сразу. Тогда после раскрытия скобок в выражении (*) получим выражение, которое будет содержать конструкцию вида $\dots \cap (S_p \setminus S_r) \cap (S_r \setminus S_t) \dots$ Так как $(S_p \setminus S_r) \cap (S_r \setminus S_t) = \emptyset$, то и $\alpha_a \cap \alpha_b = \emptyset$.

$$2. \bigcup_{k \in K_m} \alpha_k = \bigcup_{k \in K_m} \left(\bigcap_{\substack{i \in I_k \\ j \in I \setminus I_k}} (S_i \setminus S_j) \right) = \left(\bigcap_{\substack{i \in I \\ i \neq m}} (S_m \setminus S_i) \right) \cup \dots \cup \left(\bigcap_{i \in I} S_i \right)$$

В силу дистрибутивности операции объединения относительно операции пересечения можем записать, что $\bigcup_{k \in K_m} \alpha_k = \bigcap_{j \in J} A_j$. Каждое множество A_j в данном случае представляет собой объединение множеств вида $(S_i \setminus S_j)$, взятых по одному из каждого пересечения $\bigcap_{\substack{i \in I_k \\ j \in I \setminus I_k}} (S_i \setminus S_j)$. То есть, например,

$$\begin{aligned} ((S_1 \setminus S_2) \cap (S_1 \setminus S_3)) \cup (S_1 \cap S_2 \cap S_3) &= ((S_1 \setminus S_2) \cup S_1) \cap ((S_1 \setminus S_2) \cup S_2) \cap \\ &((S_1 \setminus S_2) \cup S_3) \cap ((S_1 \setminus S_3) \cup S_1) \cap ((S_1 \setminus S_3) \cup S_2) \cap ((S_1 \setminus S_3) \cup S_3). \end{aligned} \quad \text{Тогда}$$

в разложении выражения $\bigcap_{j \in J} A_j$ встретится $\dots \cap \left(S_m \cup \left(\bigcup_{\substack{i \in I \\ i \neq m}} (S_m \setminus S_i) \right) \right) \cap \dots$

Данное множество является минимальным из всех множеств A_j и равняется S_m .

Таким образом $\bigcup_{k \in K_m} \alpha_k = \bigcap_{j \in J} A_j = S_m$.

Определение списков.

Определение 2. Каждому множеству S_m поставим в соответствие множество α -элементов $[S_m]$, представимое в виде

$$[S_m] = \left\{ \alpha_k \mid \alpha_k = \left\{ x \mid x \in \left(\bigcap_{i \in I_k} S_i \right) \setminus \left(\bigcup_{j \in I \setminus I_k} S_j \right) \right\}, k \in K_m \right\},$$

$$K_m = \{k \mid m \in I_k\}$$

Данное множество будем называть *списком*.

По определению, множество $[S_m]$ можно представить в виде

$$[S_m] = \bigcup_{k \in K_m} \alpha_k$$

Но ранее было доказано, что $\bigcup_{k \in K_m} \alpha_k = S_m \cdot K_m = \{k \mid m \in I_k\}$. Таким образом, список $[S_m]$ является аналогом разбиения множества S_m за тем исключением, что подмножества (α -элементы) могут оказаться пустыми в процессе решения задачи.

Определим условия пустоты α -элементов:

$$1. \forall a, b \ a \neq b \ [S_a] = [S_b] \Rightarrow \forall \alpha \in ([S_a] \Delta [S_b]) \ \alpha = \emptyset$$

$$2. \forall a, b \ a \neq b \ [S_a] \subseteq [S_b] \Rightarrow \forall \alpha \in ([S_a] \setminus [S_b]) \ \alpha = \emptyset$$

Операции над списками.

Таким образом, поставив каждому множеству S_m из набора множеств S_1, \dots, S_n список $[S_m]$, мы можем свести операции над множествами к операциям над списками. Определим данные операции:

$$1. [S_a] \cap [S_b] = \{\alpha \mid \alpha \in [S_a] \wedge \alpha \in [S_b]\} \text{ - пересечение списков.}$$

$$2. [S_a] \cup [S_b] = \{\alpha \mid \alpha \in [S_a] \vee \alpha \in [S_b]\} \text{ - объединение списков.}$$

$$3. [S_a] \setminus [S_b] = \{\alpha \mid \alpha \in [S_a] \wedge \alpha \notin [S_b]\} \text{ - разность списков.}$$

$$4. [S_a] \Delta [S_b] = \{\alpha \mid (\alpha \in [S_a] \wedge \alpha \notin [S_b]) \vee (\alpha \notin [S_a] \wedge \alpha \in [S_b])\} \quad \text{-}$$

симметрическая разность списков.

$$5. \overline{[S]} = \{\alpha \mid \alpha \in U \wedge \alpha \notin [S]\} \text{ - дополнение списка.}$$

Пример. Рассмотрим пример решения системы уравнений относительно множества X с помощью списков.

$$\text{Решить систему уравнений} \begin{cases} C \setminus A = X \Delta B \\ (A \Delta B) \cup X = C \\ A \cup B \subseteq C \end{cases}$$

Будем полагать, что $A = S_1, B = S_2, C = S_3, X = S_4$.

Множества индексов:

$$I_1 = \{1\}, I_2 = \{2\}, I_3 = \{3\}, I_4 = \{4\}, I_5 = \{1, 2\}, I_6 = \{1, 3\}, I_7 = \{1, 4\}, I_8 = \{2, 3\},$$

$$I_9 = \{2, 4\}, I_{10} = \{3, 4\}, I_{11} = \{2, 3, 4\}, I_{12} = \{1, 3, 4\}, I_{13} = \{1, 2, 4\}, I_{14} = \{1, 2, 3\},$$

$$I_{15} = \{1, 2, 3, 4\}$$

α -элементы:

$$\alpha_0 = U \setminus (A \cup B \cup C \cup X), \alpha_1 = A \setminus (B \cup C \cup X), \alpha_2 = B \setminus (A \cup C \cup X), \alpha_3 = C \setminus (A \cup B \cup X),$$

$$\alpha_4 = X \setminus (A \cup B \cup C), \alpha_5 = (A \cap B) \setminus (C \cup X), \alpha_6 = (A \cap C) \setminus (B \cup X), \alpha_7 = (A \cap X) \setminus (B \cup C),$$

$$\alpha_8 = (B \cap C) \setminus (A \cup X), \alpha_9 = (B \cap X) \setminus (C \cup A), \alpha_{10} = (C \cap X) \setminus (B \cup A), \alpha_{11} = (B \cap C \cap X) \setminus A,$$

$$\alpha_{12} = (A \cap C \cap X) \setminus B, \alpha_{13} = (A \cap B \cap X) \setminus C, \alpha_{14} = (A \cap B \cap C) \setminus X, \alpha_{15} = A \cap B \cap C \cap X$$

Составим списки для множеств:

$$[A] = \{\alpha_1, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{14}, \alpha_{15}\}.$$

$$[B] = \{\alpha_2, \alpha_5, \alpha_8, \alpha_9, \alpha_{11}, \alpha_{13}, \alpha_{14}, \alpha_{15}\}$$

$$[C] = \{\alpha_3, \alpha_6, \alpha_8, \alpha_{10}, \alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{14}, \alpha_{15}\}$$

$$[X] = \{\alpha_4, \alpha_7, \alpha_9, \alpha_{10}, \alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{13}, \alpha_{15}\}$$

$$1) [C] \setminus [A] = \{\alpha_3, \alpha_8, \alpha_{10}, \alpha_{14}\}, [X] \Delta [B] = \{\alpha_2, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_7, \alpha_8, \alpha_{10}, \alpha_{11}, \alpha_{13}\}.$$

$$[C] \setminus [A] = [X] \Delta [B] \quad \text{и} \quad ([C] \setminus [A]) \Delta ([X] \Delta [B]) =$$

$\{\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_7, \alpha_{11}, \alpha_{13}, \alpha_{14}\}$. Тогда $\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_7 = \alpha_{11} = \alpha_{13} = \alpha_{14} = \emptyset$.

$$2) [A] \Delta [B] = \{\alpha_1, \alpha_6, \alpha_8, \alpha_9\}, ([A] \Delta [B]) \cup [X] = \{\alpha_1, \alpha_6, \alpha_8, \alpha_9, \alpha_{10}, \alpha_{12}, \alpha_{15}\},$$

$$[C] = \{\alpha_6, \alpha_8, \alpha_{10}, \alpha_{15}\}. ([A] \Delta [B]) \cup [X] = [C].$$

$$((([A] \Delta [B]) \cup [X]) \Delta [C]) = \{\alpha_1, \alpha_9, \alpha_{12}\}. \text{ Тогда } \alpha_1 = \alpha_9 = \alpha_{12} = \emptyset.$$

3) $[A] \cup [B] = \{\alpha_6, \alpha_8, \alpha_{15}\}, [C] = \{\alpha_6, \alpha_8, \alpha_{10}, \alpha_{15}\}$. Т.к. $[A] \cup [B] \subseteq [C]$ и $([A] \cup [B]) \setminus [C] = \emptyset$, то пустых α -элементов не осталось.

Итого $[A] = \{\alpha_6, \alpha_{15}\}, [B] = \{\alpha_8, \alpha_{15}\}, [C] = \{\alpha_6, \alpha_8, \alpha_{10}, \alpha_{15}\}, [X] = \{\alpha_{10}, \alpha_{15}\}$. Тогда $X = ((C \cap X) \setminus (A \cup B)) \cup (A \cap B \cap C \cap X) = (C \cap X) \setminus (A \Delta B) = C \setminus (A \Delta B)$

Заключение.

В данной работе были введены понятия α -элементов, списков и основных операций над списками. Рассмотрен пример решения задачи из теории множеств, опирающийся на данные понятия и использующий введенные операции.

Список литературы:

1. Тишин В.В. Дискретная математика в примерах и задачах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 352 с.: ил. – (Учебная литература для вузов).

СЕКЦИЯ 4. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОНТАКТНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Апраксина Оксана Викторовна

*магистрант Нижегородского государственного технического университета
им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород*

Гетмановский Юрий Андреевич

*аспирант Нижегородского государственного технического университета
им. Р.Е. Алексеева,
РФ, г. Нижний Новгород*

Внедрение порошковых материалов, одно из актуальных и перспективных направлений металлургии. Одним из таких материалов, является нержавеющая сталь, изготовленная из порошка X18H15. Сталь X18H15 применяется для производства порошка, используемого в производстве проницаемых изделий и пористой прокатанной и спеченной ленты; листов пористых, предназначенных для изготовления фильтров тонкой фильтрации от механических примесей жидких и газообразных веществ: топлива Т-1, Т-2, ТС-1, Т-6; гидрожидкостей АМГ-10, 7-500-3, МГЕ-10А, МГЕ-АУ, МГЕ-АУП, МГЕ-4; масла типа РМ, ЛЗМ 36/1; газов – воздуха, азота, кислорода, фреона, гелия, водорода и других газов, и технических жидкостей, а также для изготовления пламягасителей, пористых охладителей [1].

Контактный нагрев (контактная термообработка, КТО), представляет собой обработку, основанную на свойстве электрического тока выделять тепло при прохождении по проводнику. В качестве проводника используется сама нагреваемая заготовка. Она зажимается между контактами из красной меди, и по ней пропускается ток силой в 10 кА. Заготовка быстро нагревается до температур горячей пластической деформации, при этом выделяется очень большое количество тепла. Контактная термообработка имеет ряд

преимуществ: небольшой расход электроэнергии, несложность оборудования, быстрота и хорошее качество нагрева.

Учитывая эти факторы, данный метод может применяться, как для полного нагрева длинных заготовок постоянного сечения под штамповку на молотах и прессах, так и для нагрева части заготовки под местную деформацию, например гибку. Часть заготовки, зажата между контактами, имеет температуру на 100–150° ниже температуры остальной части. Это исключает возможность применения контактного нагрева для изготовления изделий методами высадки[2].

Для исследования влияния КТО материала был проведен полный факторный эксперимент по плану 2². При разработке матрицы планирования эксперимента были поставлены следующие задачи: изучение факторов, влияющих на структуру и свойства стали X18H15. В таблице 1 представлены уровни факторов и интервалы их изменения при исследовании металлокерамического материала. В таблице 2 приведена матрица планирования эксперимента.

Таблица 1.

Уровни факторов при исследовании КТО

| Исходные данные | Кодированное значение факторов x_i | Натуральные значения факторов | |
|--|--------------------------------------|-------------------------------|------------|
| | | T, °C | t, с |
| | | x_1 Нат. | x_2 Нат. |
| Основной уровень x_{i0} | 0 | 550 | 20 |
| Интервал изменения Δx_i | - | 25 | 10 |
| Верхний уровень $x_{i0+} + \Delta x_i$ | +1 | 575 | 30 |
| Нижний уровень $x_{i0-} - \Delta x_i$ | -1 | 525 | 10 |

Таблица 2.

Матрица планирования эксперимента и результаты измерений

| № опыта <i>i</i> | Значения факторов | | | | Параметры оптимизации | |
|---------------------------------------|-------------------|---------|-------|---------|-----------------------|---------|
| | x_1 | | x_2 | | y_1 | y_2 |
| | код. | нат. ,% | код. | нат. ,% | σ_B , МПа | HV, МПа |
| Опыты на верхнем и нижнем уровне | | | | | | |
| 1 | +1 | 575 | +1 | 30 | 36,472 | 864,4 |
| 2 | +1 | 575 | -1 | 10 | 34,723 | 754,88 |
| 3 | -1 | 525 | +1 | 30 | 32,511 | 645,71 |
| 4 | -1 | 525 | -1 | 10 | 29,154 | 623,36 |
| Параллельные опыты на основном уровне | | | | | | |
| 5-1 | 0 | 550 | 0 | 20 | 30,783 | 714,63 |
| 6-2 | 0 | 550 | 0 | 20 | 29,640 | 715,21 |
| 7-3 | 0 | 550 | 0 | 20 | 30,521 | 717,42 |

В ходе эксперимента было подготовлена шихта и прокатана на малом прокатном стане ГПИ-2. Спекание производилось в вакуумной печи СНВ-1.3.1/20-И1, в течение 40 минут, при температуре 1400°C. После спекания были подготовлены образцы для проведения испытания на растяжение, на разрывной машине РТ-250М. Измерения твердости производились на микротвердомере ПМТ-3.

По полученным данным (таблица 2) производились вычисления с целью получения уравнений регрессии первого порядка, для описания влияния КТО на исследуемую сталь. В результате проверки статистической значимости, были получены следующие уравнения (1), (2), формулы перехода от кодированного значения к натуральному представлены уравнениями (3), (4):

По параметру «Предел прочности, МПа»:

$$y_1 = 44,27 + 3,16x_1 + 1,68x_2, \quad (1)$$

где: y_1 – расчетное значение предела прочности, МПа; x_1 - температура обработка; x_2 - время обработки.

По параметру «Микротвердость, МПа»:

$$y_1 = 962,78 + 177,29x_1 + 43,96x_2 + 29,06x_1x_2, (2)$$

где: y_1 – расчетное значение микротвердости, МПа; x_1 - температура обработка; x_2 - время обработки.

$$x_1 = \frac{x-550}{25}, \quad (3)$$

$$x_2 = \frac{x-20}{10} \quad (4)$$

Графическое решение уравнений регрессии представлено на рисунках 1,2:

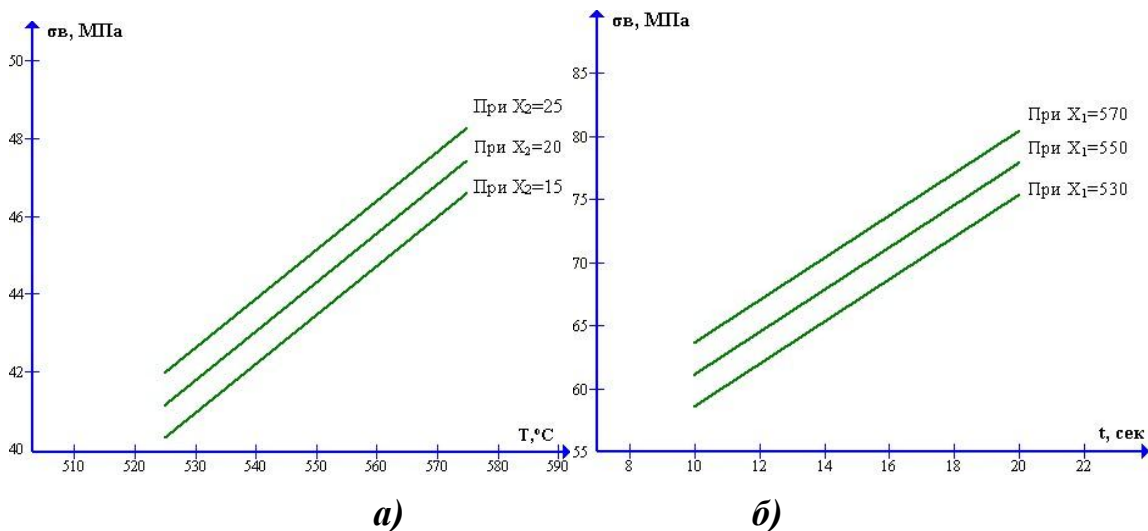


Рисунок 1. Решение уравнения 1: а) для фактора x_1 , б) для фактора x_2

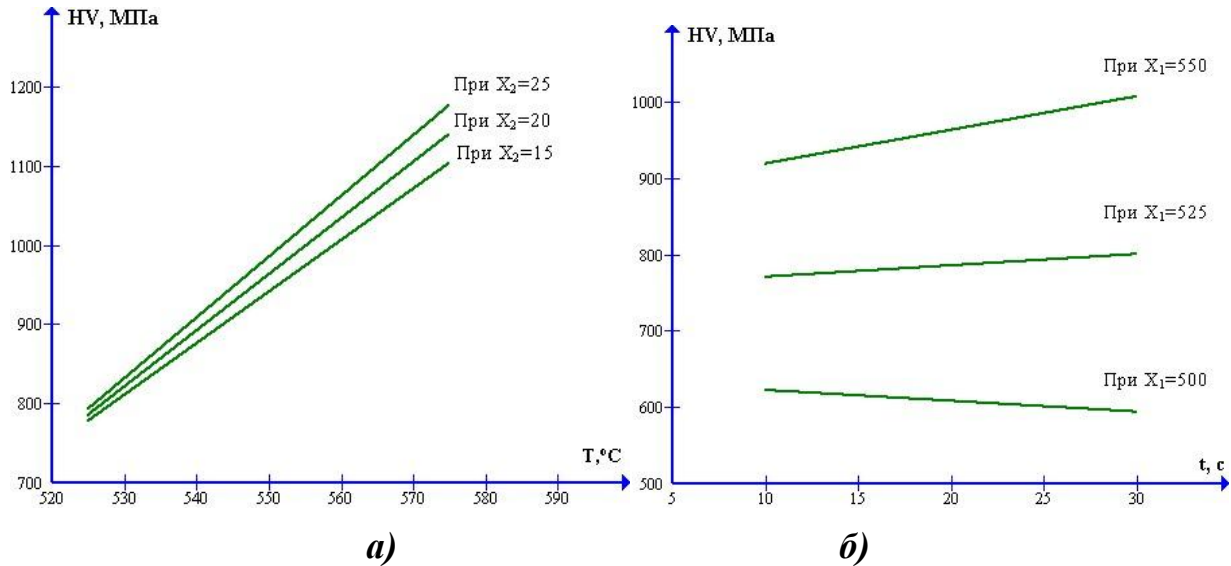


Рисунок 2. Решение уравнения 2: а) для фактора x_1 , б) для фактора x_2

После эксперимента был произведен микроструктурный анализ на цифровом микроскопе KEYENCE, результат микроанализа приведен на рисунке 3:

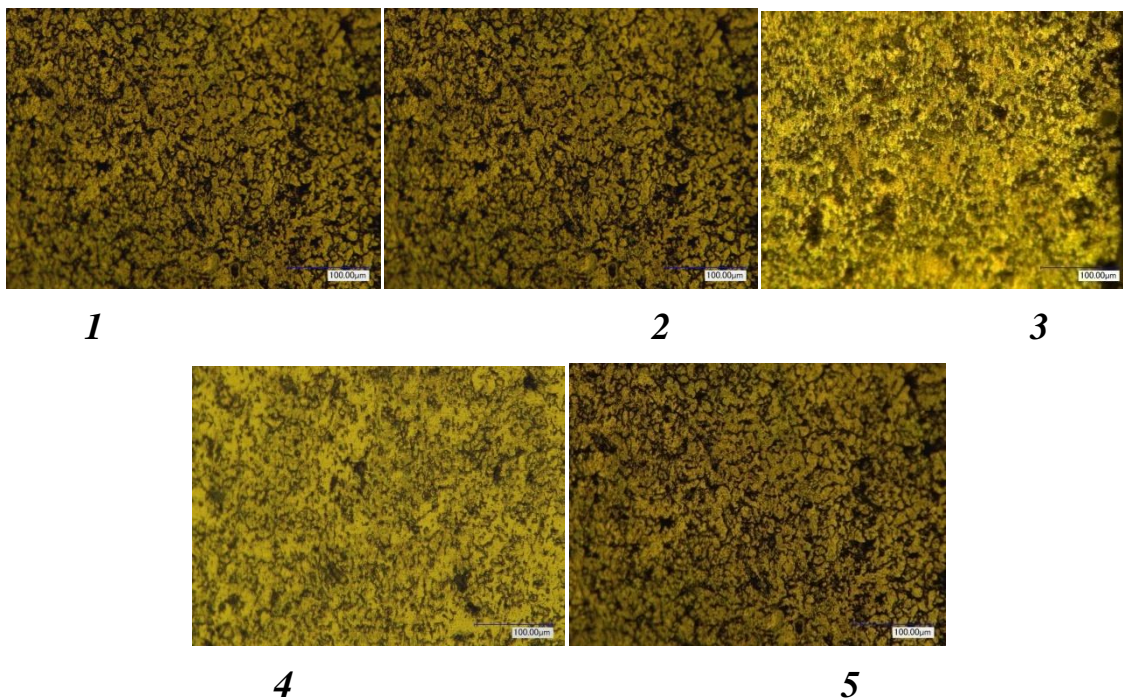


Рисунок 3. Микроструктуры после КТО, для экспериментов 1,2,3,4 и 5 (основной уровень)

На основании проведенного исследования, можно сделать вывод, о том что время и температура КТО линейно влияют на предел прочности стали X18H15 и нелинейно, на значения микротвердости.

Список литературы:

1. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов. / Учебное пособие. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2006. – 472 с.
2. Воскобойников В.Г. и др. Общая металлургия - 6-изд., перераб. и доп. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005 – 768 с.

СЕКЦИЯ 5. МАШИНОСТРОЕНИЕ

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЦЕПНАЯ ПЕРЕДАЧА

Сахарчук Валентина Викторовна

*студент магистратуры Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
РФ, Ростовская обл., г. Зерноград*

Бутенко Александр Фёдорович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц. кафедры теоретической
и прикладной механики Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
РФ, Ростовская обл., г. Зерноград*

На сегодняшний день в цепных передачах сельскохозяйственного назначения в качестве передающего органа чаще всего применяются роликовые цепи, несмотря на то, что они обладают рядом недостатков. Наиболее существенными из них являются: разношаговость, возникающая в процессе работы передачи, и повышенный износ шарниров цепи [1].

Одним из путей устранения данных недостатков является свободная установка валиков в шарниры цепи. В этом случае силы, действующие на валики в процессе работы передачи, заставляют его проворачиваться, вследствие чего он получает круговой износ. Это с одной стороны способствует сохранению равношаговости, с другой уменьшает темп приращения шага цепи от износа. Это решение нашло свое отражение в патенте № RU 2 354 869 C1 [3].

Предложенные в данном патенте принципы конструирования шарниров на наш взгляд являются базовыми. Они позволяют добиться не только устранения, указанных ранее, недостатков, но и существенно упростить конструкцию цепи, оставив в ней всего две детали.

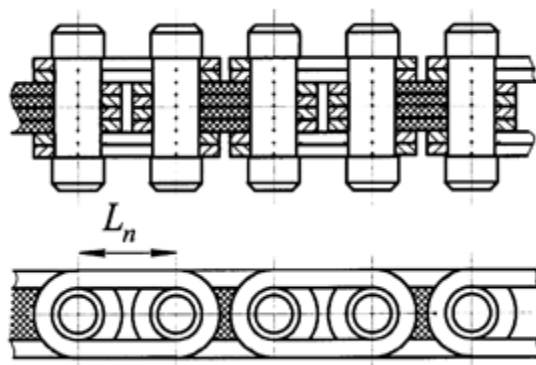


Рисунок 1. Пластинчатая цепь по патенту № RU 2 354 869 C1

Тем не менее, данная конструкция также не лишена недостатков. В особенности, выходящие за пределы пластин валики увеличивают габариты цепи, и уменьшают продуктивную длину шарниров, что снижает долговечность цепи. В конструкции цепи применены ступенчатые валики, что усложняет их изготовление и затрудняет сборку цепи. Кроме того, масса данной цепи существенно выше массы серийной цепи аналогичного шага.

Для устранения данных недостатков, нами предлагается конструкция цепи, в которой зацепление с зубьями звездочек обеспечивается непосредственно пластинами, а шарниры образуются путем свободной установки гладких цилиндрических валиков непосредственно в отверстия внутренних и наружных пластин, чем обеспечивается проворачивание валика во время работы передачи, износ по всей его контактной поверхности, что уменьшает темп нарастания шага цепи.

Ограничение движения валиков в осевом направлении осуществляется при помощи установки на их концы ограничительных шайб. Общий вид предлагаемой цепи показан на рисунке 2.

Предложенный способ зацепления непосредственно пластинами означает, что стандартные звездочки не смогут работать с цепью предложенной конструкции. Компоновка новых звездочек показана на рисунках 3 и 4.

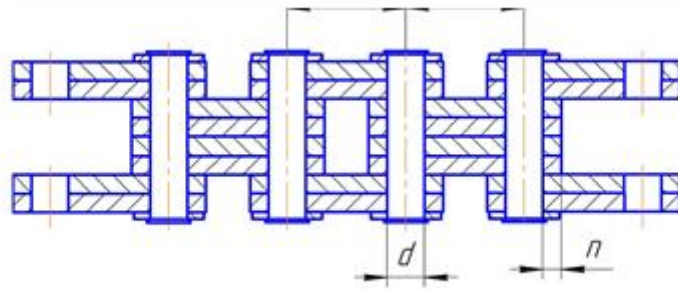


Рисунок 2. Предлагаемая



Рисунок 3. Звездочка для предлагаемой цепи по варианту 1

Очевидно, что звездочки, изготовленные по варианту 1, имеют сложную конструкцию, что негативно скажется на стоимости цепного привода. Звездочки, изготовленные по варианту 2, напротив являются более простыми, однако число зубьев в них уменьшено в два раза, т.к. они будут мешать монтажу цепи на звездочку.

Визуально может показаться, что оставшихся зубьев недостаточно для передачи рабочих нагрузок. Но фактически это не так. Звёздочка может

надёжно работать, если число зубьев будет ещё уменьшено. В принципе на дуге охвата звёздочки цепью

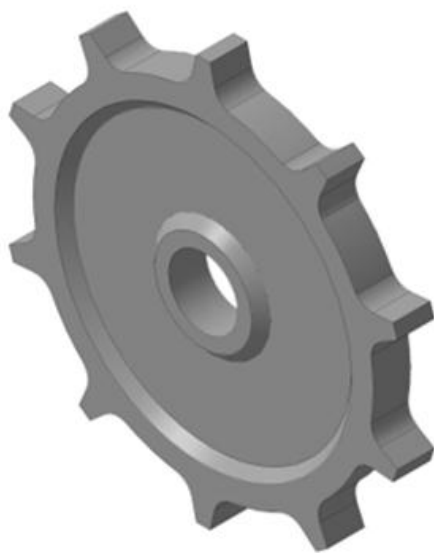


Рисунок 4. Звёздочка для предлагаемой цепи по варианту 2

достаточно иметь два зуба, чтобы цепь не пробуксовывала, и передача работала исправно. При этом увеличения нагрузок на зубья происходить не будет. Теоретически можно представить себе вместо звёздочки гладкий шкив, как это имеет место у плоскоремённых передач, и, при надлежащем натяжении холостой ветви, может успешно осуществляться передача определённых усилий. [2]

Поскольку зубья, предназначенные для работы с внутренними звеньями, были удалены из предлагаемых звёздочек, отрывается возможность уменьшить шаг цепи по внутренним звеньям, тем самым, уменьшив металлоемкость передачи (рисунок 5). Цепь устанавливается автоматически фиксировано. Во впадины могут установиться только внутренние звенья, а на зубья только наружные.

При проектировании звёздочки для предлагаемой передачи возникает проблема расчёта делительной её окружности, так как и цепь и звёздочка разношаговые.

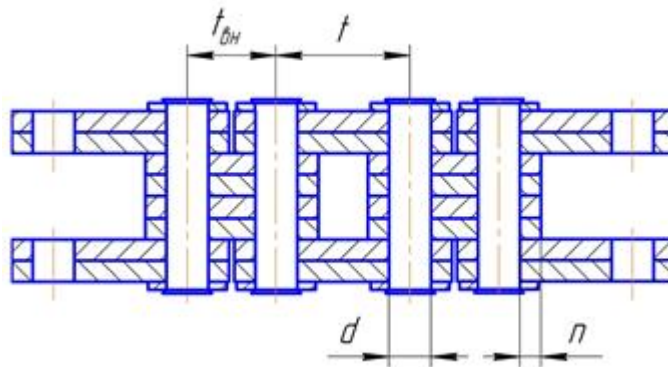


Рисунок 5. Предлагаемая пластинчатая цепь, с уменьшенным шагом по внутренним звеньям

Для определения диаметра делительной окружности стандартных равношаговых звёздочек по ГОСТ 591-75 используется простая зависимость:

$$d_o = t / \sin \frac{180^\circ}{z}$$

где: t – шаг равношаговой цепи;

z – число зубьев звёздочки.

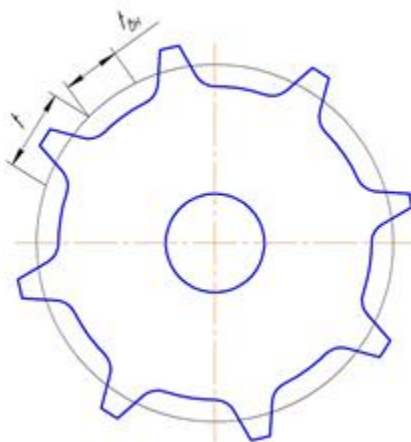


Рисунок 6. Звёздочка с уширенными впадинами

Очевидно, что для предлагаемой звёздочки эта зависимость неприемлема. Положительное решение вопроса может быть получено, если рассмотреть схему зацепления, показанную на рисунке 7.

Из схемы видно, что сумма шагов t_1 и t характеризуется хордой e . Для её определения необходимо знать угол Θ , который заключен между этими шагами. Значение угла Θ можно найти из совокупного рассмотрения треугольников aCb и bCd . Так как шарниры a , b и d расположены на делительной окружности, то боковые стороны этих треугольников равны её радиусу R_0 и сами треугольники не равные, но равнобедренные.

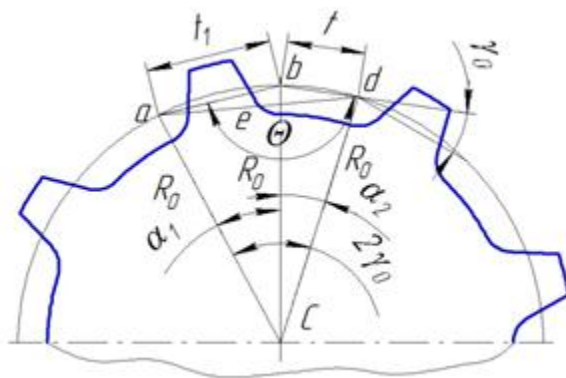


Рисунок 7. Схема зацепления разношаговой звёздочки

Из этого следует, что угол Θ будет равен сумме углов у основания этих треугольников:

$$\Theta = \frac{180^\circ - \alpha_1}{2} + \frac{180^\circ - \alpha_2}{2}$$

или

$$360^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2) = 360^\circ + 2\gamma_{\max} = 360^\circ + 720/Z = 2\Theta$$

где: z – расчётное число зубьев, включая впадины.

Тогда окончательно:

$$\Theta = 180^\circ (1 - 2/Z)$$

Далее из косоугольного треугольника abd находим:

$$e = \sqrt{t_1^2 + t^2 - 2t_1 \cdot t \cdot \cos \Theta}$$

Диаметр делительной окружности разношаговой звёздочки будет равен:

$$d_{dp} = e / \sin \frac{360^\circ}{z}$$

Расчёты, выполненные в качестве примера для стандартной звёздочки втулочной цепи с шагом 25,4 мм (вариант 1) и предлагаемого варианта, свидетельствуют, что диаметры делительных окружностей соответственно равны 130,196 мм и 97,7 мм или у предлагаемой цепи на 33% меньше. Несомненно, что при этом адекватно уменьшится и материалоемкость звёздочки, что не может не повлиять на её стоимость.

Список литературы:

1. Воробьёв Н.В. Цепные передачи. 4 изд. М.: Машиностроение, 1968. 251с.
2. Усова Е.В. Цепной привод сельскохозяйственного назначения / Е.В. Усова – Ростов-на-Дону: Терра Принт, 2008г.
3. Серёгин А.А., Семенцов М.Н., Усов В.В., Усова Е.В. Разборная пластинчатая цепь, патент № RU 2 354 869 C1 2009г.

СЕКЦИЯ 6.

МЕТАЛЛУРГИЯ

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ КВАЗИРАВНОВЕСНОЙ СТРУКТУРЫ ЧХ8 ПРИ ЕГО ОБРАБОТКЕ FE-SI-MG МОДИФИКАТОРОМ

Шербутаев Нодирбек Илом угли
студент НИТУ МИСиС,
РФ, г. Москва

Актуальность работы

Хромистые чугуны наиболее широко используются для изготовления литых изделий, работающих в условиях абразивного износа, воздействия повышенных температур и коррозионно-активных сред.

Варьированием содержания хрома можно в широких пределах изменять служебные характеристики чугунов применительно к тем или иным условиям эксплуатации литых изделий.

Существенного повышения эксплуатационных характеристик хромистых чугунов можно достичь путем дополнительного легирования такими легирующими элементами как ванадий, молибден, вольфрам, марганец, никель и др. При легировании за счет изменения фазового строения чугуна удастся достичь большего прироста показателей служебных свойств, но этот путь является и наиболее затратным.

Цель работы

Термодинамическая оценка возможности стимулирования формирования хромистых карбидов Cr_7C_3 при обработке хромистого чугуна Fe-Si-Mg модификатором.

Объект исследования

Объектом исследования являлся хромистый чугун ЧХ8 с содержанием, %:
8 Cr, 3,3 C, 1,8 Si, 0,5 Mn.

В качестве модификатора использовали Fe-Si-Mg- модификатор следующего состава (%): 46,0 Si, 6,0 Mg, 0,5 PЗМ, Fe -остальное.

Методика исследования

Возможность стимулирования образования в чугунах ЧХ8 хромистых карбидов при обработке Fe-Si-Mg- модификатором изучали путем термодинамического анализа реакции:



$$\Delta G_T = \Delta G_T^\circ + R \cdot T \cdot \ln\{(a_{\text{Cr}_7\text{C}_3}) / [(a_{\text{Cr}})^7 \cdot (a_{\text{C}})^3]\}$$

Концентрации элементов (C, Si, Mn, Cr и Mg) в микрозонах рассчитывали из условия смешивания чугуна и модификатора в отношениях: 100/0; 95/5; 90/10; 80/20; 70/30; 60/40; 50/50; 40/60; 30/70; 20/80; 10/90; 5/95; 0/100 соответственно.

Схема образования микро-зон растворения модификатора, увеличения их размера и изменения в них содержания Si и Mg

При этом расплав чугуна во время его обработки модификатором считали находящимся в квази-равновесном состоянии. В макро-масштабе модифицированный расплав чугуна является неравновесным, потому что в нем присутствует множество микро-зон с высоким содержанием Si и Mg – очагов растворения модификатора. Содержание модифицирующих элементов в них с течением времени снижается. Но в пределах узкого интервала времени Δt_i можно считать содержание кремния и магния в них неизменными и равными Si_i и Mg_i . Ввиду этого, состояние расплава в микро-зонах в пределах малого интервала времени Δt считали равновесным. В микро-зонах из-за высокого содержания Si и Mg углерод проявляет повышенную активность. Поэтому в них в присутствии хрома могут создаваться благоприятные условия для формирования высокохромистого карбида Cr_7C_3

Изменение энергии Гиббса реакции образования хромистого карбида Cr_7C_3 в различных точках микро-зон при различных температурах

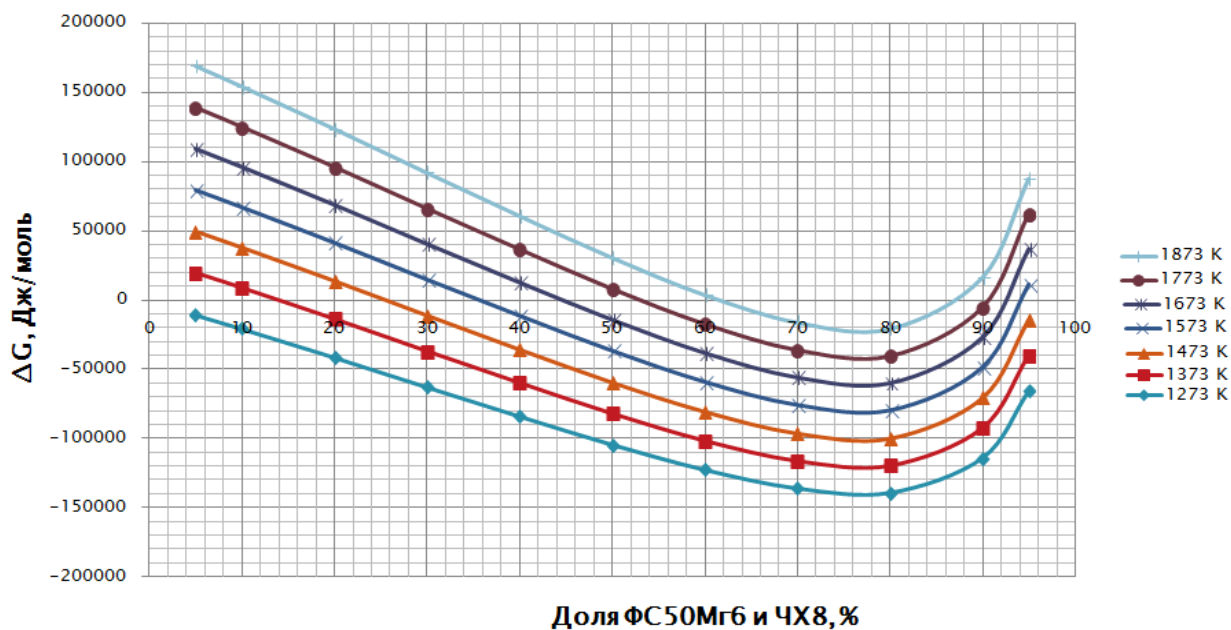
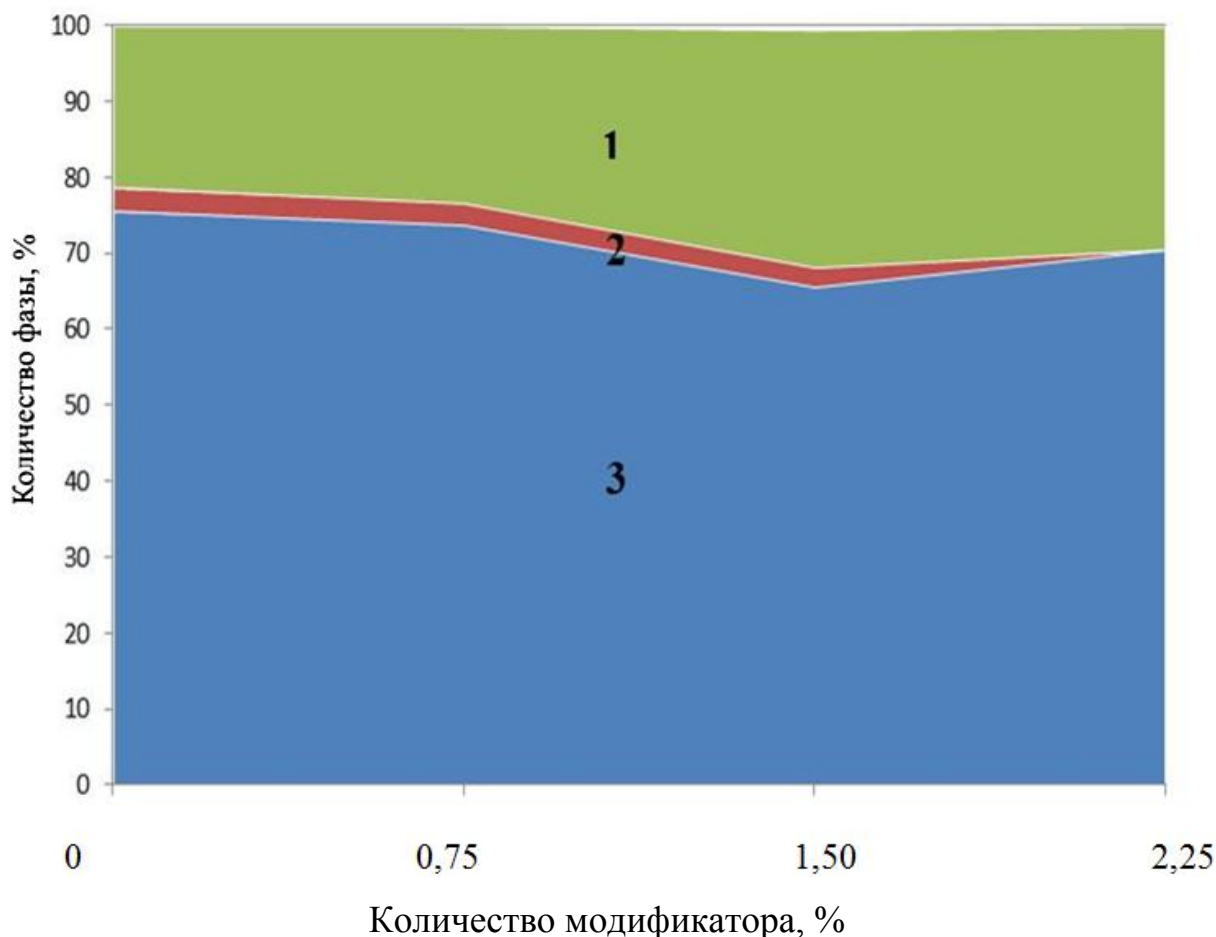


Рисунок 2. Изменение энергии Гиббса реакции образования хромистого карбида Cr_7C_3 в различных точках микро-зон при различных температурах

Результаты расчетов показали, что при обработке расплава чугуна Fe-Si-Mg модификатором в микрозонах в широких пределах концентрации создаются благоприятные условия для формирования $(Cr,Fe)_7C_3$ фазы.

Причем, с уменьшением температуры область достижения отрицательного значения ΔG_T становится все шире, а абсолютная величина его все большим.

Результаты расчетов подтверждаются данными фазового рентгеноструктурного анализа чугуна обработанного различным количеством модификатора, которые представлены на рисунке 3.



1 – 3 – массовые доли карбида $(Cr,Fe)_7C_3$, цементита Fe_3C и феррита соответственно

Рисунок 3. Изменение фазового состава чугуна ЧХ8 при модифицировании его ФС50Мг6 модификатором в количестве 0,75, 1,50 и 2,25 %

Хромистый чугун ЧХ8 имеет трехфазное строение: состоит из включений хромистого карбида и цементита, а также легированного феррита в виде металлической основы. При обработке этого чугуна 0,15 % Fe-Si-Mg модификатора структура чугуна из трехфазной трансформируется в двухфазную. При этом объёмная доля хромистого карбида $(Cr,Fe)_7C_3$ возрастает с 21 до 29 %, цементита уменьшается с 3 % до нуля, а легированного феррита снижается с 76 до 71 %. Такая трансформация структуры чугуна ЧХ 8 обеспечивает за счет увеличения объемной доли хромистого карбида $(Cr,Fe)_7C_3$ соответствующее повышение его функциональных свойств

Заключение

Результаты исследования показывают, что при обработке хромистого чугуна модификатором ФС50Мг60 происходит трансформация структуры, которая проявляется не только в изменении формы, размеров и распределения структурных составляющих, но также в изменении фазового состава.

Таким образом, при обработке хромистого чугуна модификатором ФС50Мг60 проявляется не только модифицирующий, но также и легирующий эффект.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ХРУПКОМУ РАЗРУШЕНИЮ ПРИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКЕ ТРМОУПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ 16ГФР И 10Х2ФР

Яшанов Олег Николаевич

*студент Самарского государственного технического университета,
РФ, г. Самара*

Яшанов Роман Николаевич

*студент Самарского государственного технического университета,
РФ, г. Самара*

Нуяндин Владимир Дмитриевич

*научный руководитель, доц.
Самарского государственного технического университета,
РФ, г. Самара*

Сварка без последующего отпуска. Среди рассматриваемых факторов термического цикла сварки, скорость охлаждения w_{6-5} оказывает наиболее сильное влияние на параметр оптимизации. Для термически упрочненной стали 16ГФР зависимость KCU^{-40} околошовного участка зоны термического влияния от скорости охлаждения при значениях $t' = 6$ и 05 с иллюстрирует рис. 1. При повышении значений w_{6-5} от нижнего уровня до $25-26^\circ$ С/с значения KCU^{-40} возрастают. Дальнейшее увеличение w_{6-5} вплоть до верхнего уровня сопровождается понижением ударной вязкости. В диапазоне изменения значений w_{6-5} от 15 до 38° С/с значения

KCU^{-40} превышают регламентируемый

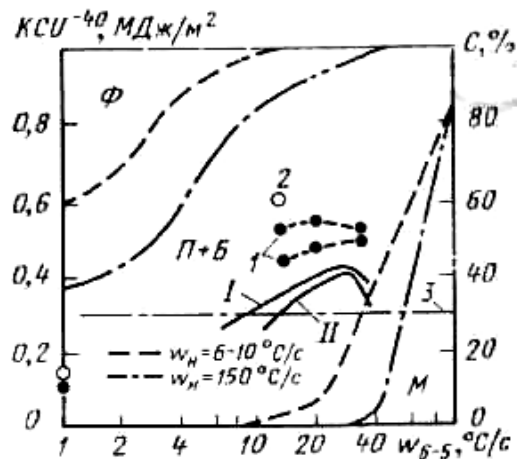


Рисунок 1. Влияние скорости охлаждения w_{6-5} на ударную вязкость KCU^{-40} металла околошовного участка зоны термического влияния сварных соединений стали 16ГФР (I и II — расчетные данные для разных плавок). Параметры имитируемого термического цикла сварки: $T_{max}=1350^{\circ}C$; $t' = 46$ с, $t'' = 82$ с. 1 – имитация; 2 – реальная сварка; 3 – регламентированный уровень KCU^{-40}

уровень этого показателя для сварных соединений низколегированных сталей. Для объяснения полученных данных необходимо рассмотреть результаты исследования кинетики фазовых превращений и соответствующие структурные диаграммы (рис. 1). Характерно, что значения KCU^{-40} при $t \leq 6$ с и $t \leq 47$ с и совпадающих значениях других параметров практически не различаются, несмотря на то, что в первом случае размер исходного зерна аустенита примерно в 2 раза больше, чем во втором. Это свидетельствует о превалирующем влиянии на ударную вязкость фазового состава структуры по сравнению с размером исходного зерна аустенита при изменении величины последнего в определенных пределах.

Возрастание значений KCU^{-40} при увеличении значений w_{6-5} до 25—26° C/c связано с повышением однородности структуры. При этом в структуре полностью исчезает ($w_{н} = 6 \div 10^{\circ}C/c$) или сокращается до 6–10% ($w_{н} = 150^{\circ}C/c$) доля избыточного феррита, выделяющегося при меньших скоростях охлаждения по границам исходного зерна аустенита. Грубозернистый перлит сменяется мелкодисперсной смесью перлита и бейнита. Как видно на рис. 42,

максимальное значение KCU^{-40} (при $w_H = 6 \div 10^\circ\text{C}/\text{c}$) соответствует перлитно-бейнитно-мартенситной структуре, когда содержание последней фазы не превышает 15–20%. При повышении содержания мартенситной составляющей в структуре выше отмеченного уровня с увеличением скорости охлаждения от 26 до 39° С/с ударная вязкость понижается. Появление и увеличение содержания мартенсита в структуре при термическом цикле с $w_H=150^\circ\text{C}/\text{c}$ также сопровождается снижением величины KCU^{-40} .

Анализ данных, характеризующих изменение ударной вязкости стали 10X2ФР в зависимости от скорости охлаждения (рис. 2),

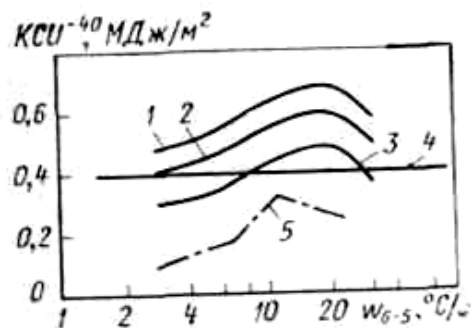


Рисунок 2. Влияние скорости охлаждения w_{6-5} на ударную вязкость KCU^{-40} металла околошовного участка зоны термического влияния сварных соединений стали 10X2ФР. Параметры имитируемых термических циклов сварки при $T_{max}=1350^\circ\text{C}$; 1 – $t'=5\text{c}$, $t''=17\text{c}$; 2 – $t'=5\text{c}$; $t''=80\text{c}$; 3 – $t'=45\text{c}$; $t''=80\text{c}$; 4 – регламентированный уровень KCU^{-40}

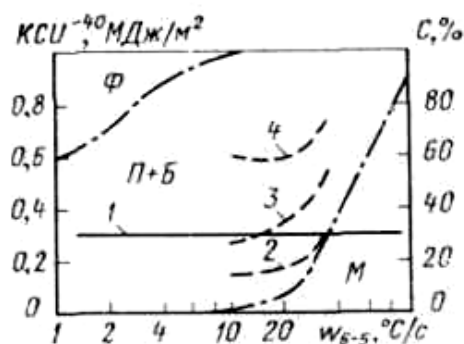


Рисунок 3. Влияние скорости охлаждения w_{6-5} на ударную вязкость KCU^{-40} образцов, имитирующих околошовный участок зоны термического влияния сварных соединений стали 16ГФР при $t' = 46\text{c}$, $t'' = 82\text{c}$: 1 – нормативное значение KCU^{-40} для сварных соединений; 2 – отпуск при 550°C ; 3 – при 650°C ; 4 – при 700°C . Штрихпунктирными линиями показана структурная диаграмма стали 16ГФР

показывает, что повышению KCU^{40} способствует уменьшение или предотвращение появления в структуре феррита и перлита при росте w_{6-5} до $15\text{—}20^\circ \text{C}/\text{с}$. Дальнейшее возрастание значений w_{6-5} сопровождается снижением ударной вязкости, и связано, как и в случае стали 16ГФР, с повышением содержания мартенситной составляющей в структуре.

Характерно, что результаты, полученные А.Ю. Шалимовым и Г.Н. Шапталом (см. рис. 2, кривая 5), отражающие зависимость показателя KCT^0 от параметра w_{6-4} , также представляются в виде кривой с максимумом. Наибольшее значение показателя KCT^0 соответствует характеристической скорости w_{ϕ} , при которой предотвращается выделение избыточного доэвтектоидного феррита.

Сварка с последующим отпуском. На рис. 1, в и 5 на основе расчетов по уравнению (26) в работе (1) для термически упрочненной стали 16ГФР представлены зависимости показателя KCU^{40} от параметров w_{6-5} и $T_{\text{отп}}$. Среди изученных эти два фактора оказывают наибольшее влияние на ударную вязкость. Для повышения значений KCU^{40} стали 16ГФР благоприятны такие скорости охлаждения, при которых предотвращается появление в структуре избыточного феррита, а превращение аустенита сопровождается образованием мартенсита. Этим условиям отвечают значения w_{6-5} , превышающие $10\text{—}15^\circ \text{C}/\text{с}$. Как видно, продукты отпуска мартенсита при температуре около 700°C способствуют повышению вязкости металла рассматриваемого участка зоны термического влияния сварного соединения.

Аналогичный эффект проявляется и для стали 10Х2ФР, для которой в условиях воздействия термического цикла сварки ($t'=5 \text{ с}$; $t''=80 \text{ с}$) максимальное значение KCU^{40} обеспечивается после отпуска при 700°C полностью мартенситной структуры (см. рис. 1, в; 5).

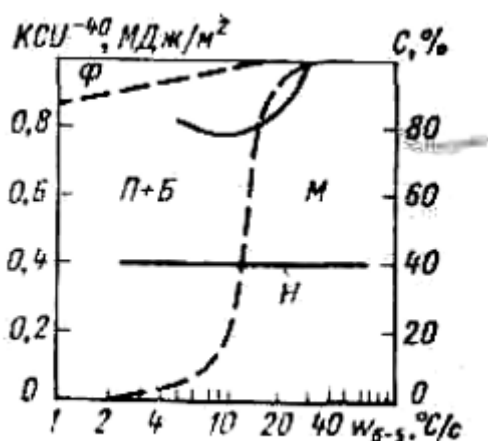


Рисунок 5. Влияние скорости охлаждения w_{6-5} на ударную вязкость KCU^{-40} образцов, имитирующих околошовный участок зоны термического влияния сварных соединений стали 10X2ФР при $t'=5$ с, $t''=80$ с. Н — нормативное значение KCU^{-40} для сварных соединений стали 10X2ФР. Штриховыми линиями показана структурная диаграмма стали 10X2ФР

Существенное влияние на вязкость металла оказывает дисперсность отдельных фаз структуры. Ниже рассмотрены результаты исследования влияния скорости охлаждения w_{6-5} на характеристики структуры и сопротивления хрупкому разрушению образцов, имитирующих околошовный участок зоны термического влияния сварных соединений сталей 20ЮЧ и 09Г2С. В целях обеспечения постоянства исходного зерна аустенита имитировали термические циклы со следующими значениями важнейших параметров: $T_{\max}=1350^{\circ}\text{C}$; $t'=45$ с; $t''=110$ с. Скорость охлаждения w_{8-5} изменяли в интервале $0,5\text{—}70^{\circ}\text{C/с}$. Принятые значения параметров t' и t'' реализуются при электрошлаковой сварке с регулированием термических циклов сталей (толщина пластин $80\text{—}85$ мм).

В поперечном сечении шлифа после имитации на образце термического цикла сварки и последующего отпуска при 650°C изучены следующие характеристики структуры: фазовый состав, размер исходного зерна аустенита по ГОСТ 5639-82, размер действительного зерна феррита. Данные, характеризующие изменение ударной вязкости KCU в зависимости от скорости охлаждения, представлены на рис. 6. Скорости охлаждения $w_{8-5}=0,5^{\circ}\text{C/с}$,

характерной для общепринятой технологии ЭШС, соответствует относительно высокое среднее значение ударной вязкости KCU^{-20} стали 20ЮЧ, равное 0,44 МДж/м². Однако значительный разброс данных испытания (среднее квадратическое отклонение равно 0,29 МДж/м²) свидетельствует о том, что эта температура испытания соответствует критической температуре хрупкости испытуемого металла. Увеличение значений w_{8-5} сопровождается изменением морфологии перлитной составляющей структуры от пластинчатого строения к сорбитообразному, повышением содержания бейнита в структуре и уменьшением содержания избыточного феррита. При этом отмечается также повышение дисперсности ферритной составляющей структуры.

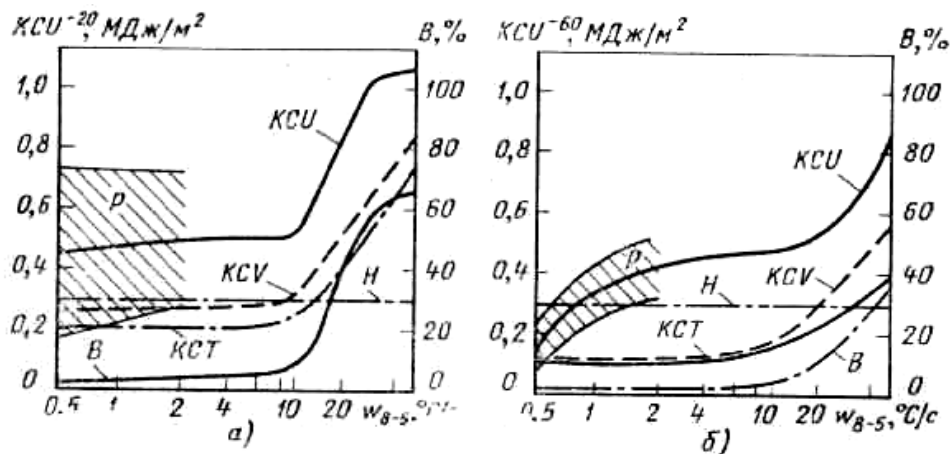


Рисунок 6. Влияние скорости охлаждения w_{8-5} на показатели сопротивления разрушению металла околошовного участка зоны термического влияния сварных соединений стали 20ЮЧ при температуре испытания —20° С (а) и стали 09Г2С при температуре испытания —60° С (б). Параметры термического цикла сварки: $t'=45$ с; $t''=110$ с. P — область разброса KCU, H — нормативное значение. Температура последующего отпуска (650 ± 10)°С.

Указанные изменения в структуре металла исследуемого участка зоны термического влияния способствуют повышению значений KCU^{-20} при увеличении скорости охлаждения от 0,5 до 2° С/с в основном благодаря возрастанию удельной работы KCU_3 . Дальнейшее повышение значений параметра w_{8-5} до 10° С/с сопровождается незначительным увеличением средних значений KCU^{-20} . При значениях параметра w_{8-5} , соответствующих 2—

3°С/с, минимальные значения показателя KCU^{20} превышают регламентируемый для сварных соединений уровень ударной вязкости. Это свидетельствует о целесообразности применения ЭШС с регулированием термических циклов, обеспечивающей реализацию соответствующего повышенного уровня значений параметра w_{8-5} . Хотя повышение значений параметра w_{8-5} до 8–10° С/с сопровождается незначительным увеличением средних значений ударной вязкости, однако при этом отмечается существенное повышение нижней границы, соответствующей минимальным значениям KCU^{40} благодаря уменьшению дисперсии.

Увеличение скорости охлаждения более 8–10° С/с способствует интенсивному возрастанию значений ударной вязкости, что связано как с увеличением объема бейнита в структуре, так и, в особенности, с появлением в структуре продуктов бездиффузионного превращения аустенита. Сорбит, образовавшийся в результате распада мартенсита при последующем отпуске, диссоциация приграничных дефектов, снижение микронапряжений, характерных для границ мартенситных кристаллов, способствуют повышению сопротивления распространению трещин металла околошовного участка зоны термического влияния сварных соединений.

Отмеченные для стали 20ЮЧ закономерности изменения структуры и сопротивления разрушению околошовного участка зоны термического влияния проявляются и для стали 09Г2С.

Список литературы:

1. Об особенностях структурных превращений сталей при электрошлаковой сварке с регулированием термических циклов/ Б.А. Федосеев, Ю.И. Рубенчик, В.В. Панков и др. – Сварочное производство, 1992, № 11, С. 2–4.
2. Применение термически упрочненных низколегированных сталей для объектов нефтяной и газовой промышленности Е.М. Кузмак, Н.Н. Кошелев, А.Н. Хакимов и др. – М.: Недра, 1987. 212 с.
3. Хакимов А.Н. Нуяндин В.Д. Влияние параметров термических циклов сварки на свойства электрошлаковых сварных соединений.

СЕКЦИЯ 7. НАНОТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ НА АРСЕНИД ГАЛЛИЕВОЙ ПОДЛОЖКЕ

Гапонова Юлия Сергеевна

студент 3 курса, кафедра Физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, РФ, г. Томск

Чистоедова Инна Анатольевна

научный руководитель, канд. техн. наук доц. кафедры Физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, РФ, г. Томск

Для изготовления структуры использовались 2 пластины диаметром 10 см полуизолирующего арсенида галлия.

Перед фотолитографией осуществлялась обработка пластин изопропиловым спиртом и сушка азотом. Затем производилось нанесение, экспонирование, проявление двухслойной фоторезистивной маски под напыление нижней обкладки (технология «lift-off»). С помощью электронно-лучевого испарения на поверхность пластин напылялся слой металлов Ti (20 нм)/Pt (20 нм)/Au (300 нм) с последующим снятием фоторезиста и лишнего напыленного металла.

Далее осаждался нитрид кремния по технологии ИСП-ХОГФ (ICPCVD). Давление в рабочей камере составляло 0.5 Па; в атмосфере силана и азота. Осаждение проводилось при температуре подложки 200 °С. Толщина пленки – 170 нм.

Процесс формирования верхних обкладок аналогичен нижним обкладкам, но напылялись слои Ti (180 нм)/Ni (50 нм). Полученная структура конденсатора представлена на рис. 1.

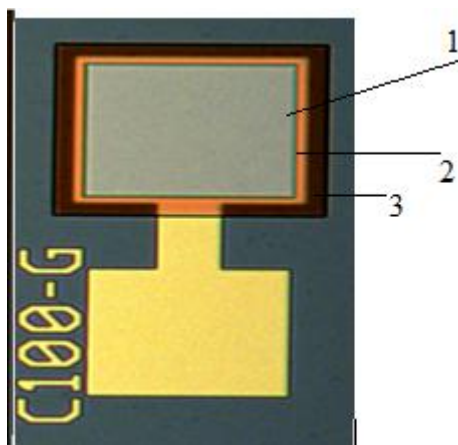


Рисунок 1. Топология конденсатора с емкостью 4нФ: 1 – верхняя обкладка; 2-нижняя обкладка; 3-диэлектрик

Размеры верхних обкладок полученных конденсаторов составляли: C1=100x100 мкм; C2=200x200 мкм; C3=400x400 мкм.

На рис. 1. видно, что нижняя обкладка больше чем верхняя. Верхняя обкладка задает номинал конденсатора, так как он определяется по наименьшей площади.

Далее проводились измерения параметров полученных тонкопленочных конденсаторов.

1.1 Емкость тонкопленочных конденсаторов

Значение емкости тонкопленочного конденсатора снимали на измерителе иммитанса LCR Meter на частоте 2 МГц. Значения емкости для тестовых пластин представлены в таблице 1–2.

Таблица 1.

Значение емкости конденсаторов для первой пластины

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C1(100x100) ,пФ | 4,13 | 4,13 | 4,12 | 4,11 | 4,1 | 4,09 | 4,09 | 4,09 | 4,09 | 4,1 | 4,1 | 4,12 |
| C2(200x200) ,пФ | 16,4 | 16,36 | 16,3 | 16,28 | 16,23 | 16,22 | 16,2 | 16,22 | 16,22 | 16,22 | 16,21 | 16,24 |
| C3(400x400) ,пФ | 65,2 | 65,03 | 64,8 | 64,77 | 64,67 | 64,6 | 64,57 | 64,57 | 64,54 | 64,54 | 64,56 | 64,92 |

Таблица 2.

Значение емкости конденсаторов для второй пластины

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| C1(100x100) ,пФ | 4,13 | 4,11 | 4,1 | 4,098 | 4,098 | 4,099 | 4,09 | 4,103 | 4,1 | 4,1 | 4,12 | 4,14 |
| C2(200x200) ,пФ | 16,29 | 16,25 | 16,2 | 16,199 | 16,2 | 16,2 | 16,23 | 16,23 | 16,24 | 16,23 | 16,27 | 16,3 |
| C3(400x400) ,пФ | 65 | 64,7 | 64,5 | 64,24 | 63,9 | 64 | 64,2 | 64,5 | 64,5 | 64,5 | 64,7 | 64,9 |

Значения разброса емкости по пластине для первой пластины.

Разброс емкости по пластине (размеры обкладок 100× 100 мкм) составляет (4,11 ± 0,0097) пФ.

Разброс емкости по пластине (размеры обкладок 200× 200 мкм) составляет (16,26 ± 0,012) пФ.

Разброс емкости по пластине (размеры обкладок 400× 400 мкм) составляет (64,7 ± 0,0102)пФ.

Значения разброса емкости по пластине для второй пластины.

Разброс емкости по пластине (размеры обкладок 100× 100 мкм) составляет (4,11 ±0,012) пФ.

Разброс емкости по пластине (размеры обкладок 200× 200 мкм) составляет (16,24 ± 0,0062) пФ.

Разброс емкости по пластине (размеры обкладок 400× 400 мкм) составляет (64,47 ± 0,02) пФ.

Наибольшим значением разброса емкости по пластине обладают конденсаторы с площадью обкладок 400× 400 мкм, значения разброса составляют 1-2%. Полученные результаты соответствуют техническим требованиям.

1.2 Вольт-амперные характеристики конденсаторов (токи утечки)

Параметры вольт-амперной характеристики снимали на анализаторе точности НР 4156 А. Данные значения представлены в таблице 3.

Таблица 3.

**ВАХ для конденсаторов С1(100х100), пФ; С2(200х200), пФ ;
С3(400х400),пФ**

| U | 10В | 25В | 50В | 75В | 100В |
|----------------|-------|-------|---------|----------|----------|
| С1(100х100),пФ | 374нА | 639нА | 934нА | 1,28 мкА | 2,78 мкА |
| С2(200х200),пФ | 349нА | 777нА | 1,03мкА | 1,48мкА | 6,05 мкА |
| С3(400х400),пФ | 556нА | 820нА | 1,07мкА | 1,75мкА | 18,1 мкА |

По данным таблицы 3 построены вольт-амперные характеристики конденсаторов рис. 2.

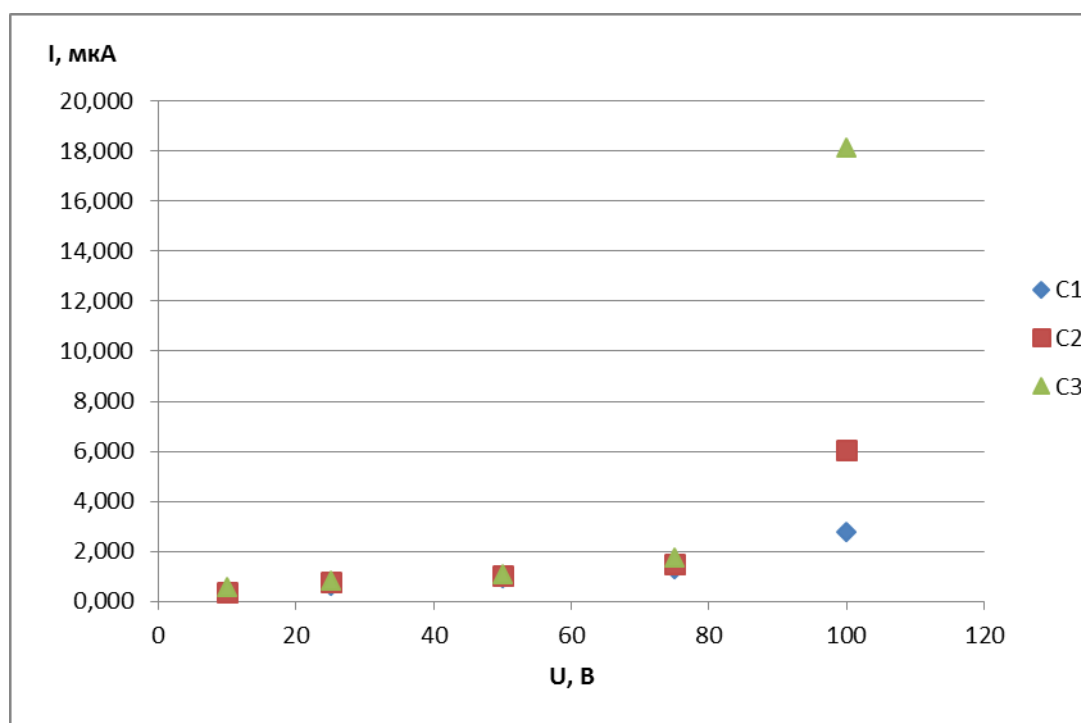


Рисунок 2. Вольт-амперные характеристики для конденсаторов С1(100х100), пФ; С2(200х200),пФ ; С3(400х400), пФ

Из графика видно, что чем больше площадь обкладок конденсаторов, тем при одном и том же напряжении больше ток утечки. Это связано с количеством дефектов в ТПК. При большей площади обкладок количество дефектов больше, следовательно, конденсатор имеет большую вероятность пробоя.

1.3 *Рабочее напряжение на конденсаторе при токе 10 мкА*

Напряжение измеряли на tectronics 370a programmable curve tracer при токе равном 10 мкА.

Значения напряжений представлены в таблице 1.4-1.5 для двух пластин.

Таблица 4.

Напряжение при токе 10 мкА для первой пластины

| | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|
| C1(100x100),пФ | 120В | 115В | 116В | 117В | 119В |
| C2(200x200),пФ | 111В | 111В | 111В | 112В | 111В |
| C3(400x400),пФ | 110В | 107В | 107В | 107В | 108В |

Таблица 5.

Напряжение при токе 10 мкА для второй пластины

| | | | | | |
|----------------|------|------|------|------|------|
| C1(100x100),пФ | 112В | 114В | 116В | 114В | 115В |
| C2(200x200),пФ | 107В | 109В | 109В | 111В | 110В |
| C3(400x400),пФ | 109В | 106В | 107В | 106В | 108В |

Исходя из данных таблиц можно сделать вывод, что чем больше площадь обкладок, тем напряжение будет меньше.

СЕКЦИЯ 8. РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Цехош Павел Иванович

*студент магистратуры, кафедра «Электрическая техника»,
Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

Кропачев Денис Юрьевич

*начальник отдела Специальных Конструкторских Разработок,
предприятие ОАО НПП «Эталон»,
РФ, г. Омск*

Захаренко Владимир Андреевич

*научный руководитель, д-р техн. наук, доц., кафедра «Технология электронной аппаратуры», Омского государственного технического университета,
РФ, г. Омск*

В настоящей работе отражены результаты экспериментальных исследований измерительного термопреобразователя, в котором чехол для термопарных преобразователей используется как излучающая полость с коэффициентом излучения близким к коэффициенту излучения модели АЧТ, а в качестве преобразователя излучения в электрический сигнал используется пирометр на основе фотодиода, выпускаемый ОАО НПП «Эталон».

Экспериментальные исследования пирометрического измерительного термопреобразователя производились на Омском предприятии ОАО «Омсктрансмаш».

Целью экспериментов являлось определение возможности замены дорогостоящих платина-родиевых термопар ТПР(В) и ТХА(К) на печах с выкатным подом, применяемых для закалки режущего инструмента, пирометрическим измерительным термопреобразователем для диапазона измеряемых температур 400/1400°С.

Эксплуатационные характеристики печи для изотермической заделки режущего инструмента, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Общие характеристики исследуемой закалочной печи

| Характеристика | Расшифровка |
|---|---|
| Тип | Печь заделки инструмента (ПЗИ). |
| Размеры ванны | диаметр ванны 500 мм, глубина 1000 мм. |
| Среда заделки | соль хлор-бариевая. |
| Тип нагрева | электродуговой. |
| Тип СИ для контроля и регулирования температуры | потенциометр самопишущий КСП-3 класс точности 0,5 совместно с термопарой типа ТПР(В) 001-2-1250-3-0,5/0,5 с угловым чехлом собственного изготовления. |
| Рабочая температура | 1240°С. |

Для поддержания заданных температур в печи реализован принцип релейного регулирования.

С целью проведения экспериментальных исследований был изготовлен чехол, эскиз которого приведён на рисунке 1, где материал трубы сталь - Ст3.

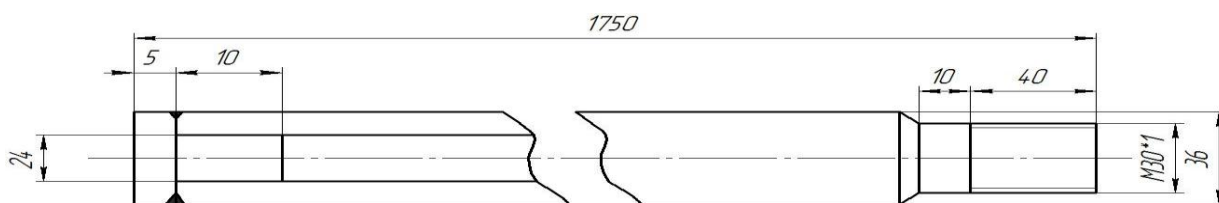


Рисунок 1. Эскиз чехла пирометрического измерительного термопреобразователя

Фотография печи и средств измерения приведены на рисунке 2.

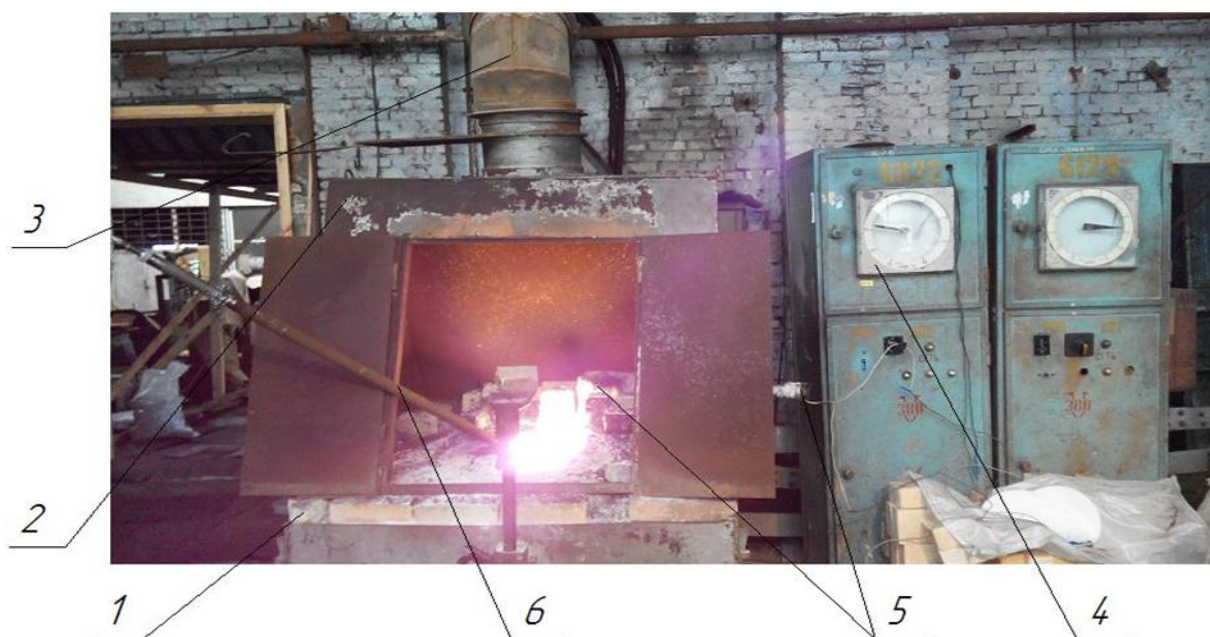


Рисунок 2. Общий вид печи для закалки инструмента: 1-ванна печи; 2-вытяжной короб; 3-вытяжная труба; 4-КСП-3; 5-термопара; 6-чехол пирометра

Ванна печи 1 служит непосредственно для закалки инструмента, в крыше которой установлен вытяжной воздуховод, состоящий из короба 2 и трубы 3. В ходе экспериментов величина температуры измерялась одновременно пирометрическим термопреобразователем и ТПР(В) термопарой. Результаты измерений термопарой в соответствии с её НСХ считывались с помощью преобразователя КСП-3.

Пирометрический измерительный термопреобразователь градуировался на трубчатой печи для градуировки и поверки термопар производства ОАО НПП «Эталон» [2].

Для обоснования способа измерений температуры при помощи пирометрического измерительного термопреобразователя был рассчитан коэффициент излучательной способности чехла, который рассчитывался методом Монте-Карло [3].

Так как полость АЧТ защитного чехла имеет цилиндрическую форму, то выражение для коэффициента излучения ϵ имеет вид:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon' \left(1 - \frac{\delta}{S}\right) + \frac{\delta}{S}}, \quad (1)$$

где: ε' – коэффициент излучения стенок полости; δ – площадь отверстия полости; S – площадь полости, включая отверстие.

Коэффициент излучения чехла по данным [1] $\varepsilon = 0,85$.

$$\delta = \pi R^2 = 3.14159265358979323 \cdot 2.5^2 = 19.634954 \text{ см}^2,$$

где: R – радиус отверстия чехла (2,5см).

$$S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot H + 2 \cdot \pi \cdot R^2 = 2 \cdot 3.14159265358979323 \cdot 2.5 \cdot 50 + 2 \cdot \pi \cdot 2.5^2 = 824.6680715673 \text{ см}^2$$

где: R – радиус (2,5см) отверстия чехла; H – высота или длина чехла (50см).

Подставив численные значения в формулу 1, получим:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon' \left(1 - \frac{\delta}{S}\right) + \frac{\delta}{S}} = \frac{0,95}{0,95 \cdot \left(1 - \frac{19,634954}{824,6680715673}\right) + \frac{19,634954}{824,6680715673}} = 0,9987484355$$

Коэффициент излучательной способности в итоге, согласно расчётам равен 0,9987484355, что позволяет считать чехол излучателем близким к модели АЧТ и применять в термопреобразователе пирометры отградуированные на излучателях типа модель АЧТ.

Результаты измерений температуры предоставлены на рисунке 3.

Анализ результатов экспериментальных исследований и опытной эксплуатации пирометрического измерительного термопреобразователя, представленных на рисунке 3, показал, что в течение часа работы показания пирометра выросли на 30 градусов, что потребовало увеличить коэффициент излучения до 1. При длительной работе в период с 30.09 по 5.10 показания пирометра постепенно увеличивались примерно по 40 градусов в сутки, при этом показания рабочей термопары по КСП-3 не изменялись. При отключении печи рабочая термопара была перепроверена в малоинерционной трубчатой печи с применением преобразователя ППО 2 разряда. ЭДС рабочей термопары при температуре 1100 градусов соответствовало номинальным статистическим характеристикам по ГОСТ.

По итогам работы пирометра в печи при рабочей температуре чехла 1220 градусов не удалось установить причину постепенного повышения показаний пирометра в течение нескольких дней работы. Рассматривались несколько возможных причин:

- влияние геометрических особенностей чехла собственного производства связанных с постепенным прогревом не погруженной части;
- влияние магнитных полей возникающих при прохождении больших токов через рабочую среду.

Влияние геометрии чехла не подтверждается в связи с тем, что при замене чехла на другой аналогичной конструкции показания пирометра после нагрева чехла не изменились. Перенос блока обработки сигнала пирометра на максимальное возможное расстояние (около 10 метров) от источника магнитного поля не привел к изменению показаний.

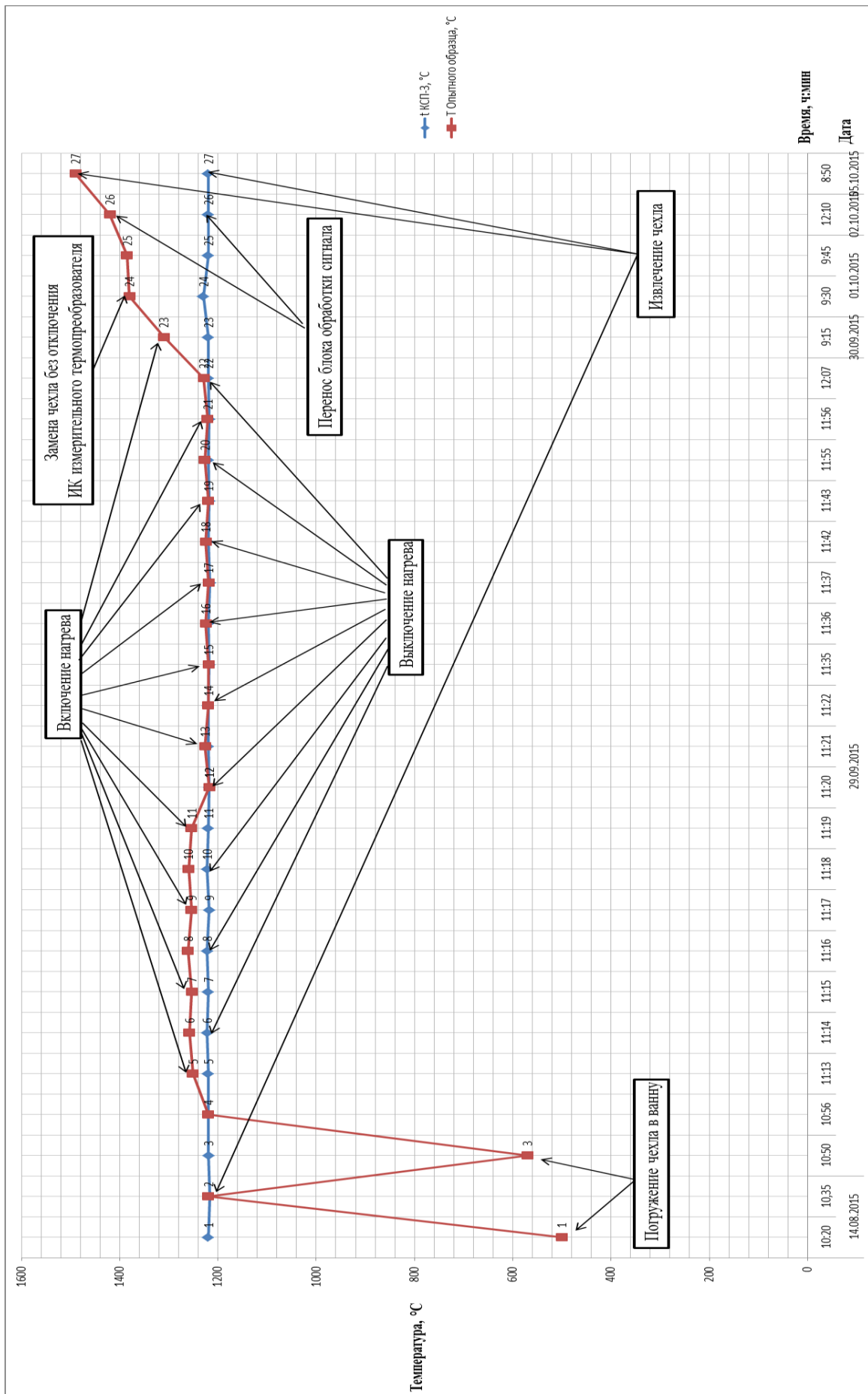


Рисунок 3. Результаты измерений температуры закалочной печи

Примечание:

В моменты времени 1,3 - чехол опускали в ванну; в моменты времени 2,27 - извлекли чехол; в моменты времени 5,7,9,11,13,15,17,19,21 - происходило включение нагрева печи; в моменты времени 6,8,10,12,14,16,18,20 - происходило выключение нагрева печи; в момент времени 24 - произвели замену чехла без отключения пирометра; в момент времени 26 - перенесли блок обработки сигнала.

Выводы

Показана возможность замены термопар на печах для закалки режущего инструмента пирометрическим измерительным термопреобразователем, что приведёт к снижению затрат на приобретение и изготовление термопар платиновой и хромель-алюмелевой групп. Благодаря конструктивному исполнению пирометрического измерительного термопреобразователя и, как следствие, высокому быстродействию пирометрического способа существенно снижается инерционность измерений по отношению к обычным термоэлектрическим средствам, что приводит к более высокой точности поддержания заданной температуры в печи при реализации релейного регулирования.

Список литературы:

1. Излучательные свойства твёрдых материалов [Текст] / Справочник // Под общ. Ред. Шейдлина. – М.: Энергия, 1974. – 472с.
2. Каталог продукции Омского ОАО НПП «Эталон» [Текст] / – Омск: Полиграф. – 2006. – 223с.
3. Криксунов, Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники [Текст] / Л.З. Криксунов // . – М.: Сов. Радио, 1978 – 400 с.

СЕКЦИЯ 9.

ТРАНСПОРТНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ДО ПИТАЮЩИХ ЛИНИЙ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Боровских Алексей Дмитриевич
студент Липецкого государственного технического университета,
РФ, г. Липецк

Контактная сеть служит для подвода электрической энергии к подвижному составу через непосредственные контакты ее с токоприемниками. Скользящий контакт между проводом и токоприемником является важнейшим элементом электрической тяговой системы, от которого зависит надежность эксплуатационного процесса. В высокоскоростном движении им определяются границы увеличения тяговой мощности. Система токоприемник-контактный провод предназначена для непрерывной передачи необходимой электрической мощности с соблюдением допусков, определяющих качество токосъема. При этом должна гарантироваться надежная работа во всех эксплуатационных режимах [1, с. 24].

Контактные сети не имеют резерва, поэтому от них в значительной степени зависит безопасность движения поездов и требуется высокая надежность, особенно при обеспечении международных перевозок. [2, с. 95]. Необходимо обеспечивать требования надежного и экономичного токосъема (с минимальным износом контактного провода) при условии экологичности (с генерированием минимальных уровней шума, радио и телепомех, незначительной засоренностью почвы вдоль железнодорожных путей) [3, с. 43]. Острота этих требований в основном зависит от мощности и значений тока, снимаемого с проводов токоприемником и скорости движения (условий динамического и аэродинамического взаимодействия токосъемных устройств и воздушных потоков).

В соответствии с программой «Развитие скоростного и высокоскоростного движения пассажирских поездов в России на период 2000-2015 гг.» к 2015 г. протяженность железных дорог в России с эксплуатационными скоростями 160-200 км/ч составит свыше 8 тыс. км [4, с. 28-33].

Повышение скоростей движения электроподвижного состава на действующих отечественных магистралях является закономерным результатом научно-технического прогресса, позволяющим ускорить перевозки грузов и пассажиров.

Важной государственной экономической задачей является расширение международных перевозок, организация коридоров евроазиатского транзита грузов [5, с. 66]. Электрические сверхмагистрали протяженностью около 10 000 км должны работать с высокой надежностью, обеспечивать минимальное время хода. Для этого необходимо увеличение скоростей движения электроподвижного состава до 160 км/ч.

Повышение скоростей движения предъявляет повышенные требования к качеству токосъема. Это особенно важно для Транссибирской магистрали в связи с осуществлением евразийского транзита без задержек поездов и повышением скоростей движения [6, с. 37].

Практическая ценность исследования взаимодействия токоприемника с контактными подвесками заключается в обеспечении надежного и экономичного токосъема при увеличении скоростей движения в результате совершенствования конструкций токоприемников и контактных подвесок. Экономический эффект достигается за счет повышения скоростей движения, уменьшения величины ущерба от повреждений токоприемников и контактной сети, задержки поездов (особенно международных контейнерных) [7, с. 37].

После множества проведенных исследований установлено, что наиболее рациональным путем решения проблемы увеличения скорости ЭПС до 220 км/ч следует считать усовершенствование токоприемников, а также углубленные исследования процессов токосъема в установившемся и переходном режимах. При скоростях выше 220 км/ч необходимо принимать меры

и по усовершенствованию контактной сети. В пользу этого утверждения говорит рассмотрение технических аспектов [8, с. 134]. В установившемся режиме неудовлетворительный токосяем может привести:

а) к катастрофически нарастающему износу контактирующих элементов (при этом движение поездов может продолжаться некоторое время).

б) к повреждениям узлов контактной сети и токоприемников, ведущим к задержкам поездов [9, с. 57].

Факторы, влияющие на качество токосяема при высоких скоростях движения:

- Колебания электроподвижного состава со стороны путевой структуры;
- Нестабильность контактного нажатия и как следствие – отрывы токоприемника (ТКП,) пережоги, повышенный износ (на контактное нажатие влияют динамические и аэродинамические составляющие, пропорциональные квадрату скорости электроподвижного состава (э.п.с.));
- Высокое значение снимаемого тока;
- Отрывы ТКП, вызванные параметрическим резонансом, ввиду неравно-эластичной контактной подвески;
- Использование нескольких токоприемников (движение осуществляется не только электровозной, но и моторвагонной тягой);
- Специальные требования к конструкциям фиксаторов, воздушных стрелок, секционных изоляторов, сопряжений анкерных участков, КС в искусственных сооружениях и т.д.

Таким образом, совершенно очевидной является актуальность затронутой проблемы. Кроме того, существует еще один фактор, подчеркивающий значимость решения поставленной задачи. С переходом к высоким скоростям движения придется отказаться от большинства секционных изоляторов, предназначенных для меньших скоростей. Приобретение же новых типов изоляторов сопряжено со значительными капиталовложениями. Поэтому необходимо рассмотреть возможности совершенствования и скоростных

показателей используемых секционных изоляторов для сохранения их в эксплуатации.

Список литературы:

1. Бауэр К.-Х., Кислинг Ф. Контактная сеть для высокоскоростного движения // Железные дороги мира, 2001. № 3. С. 24–30.
2. Беляев И.А. Взаимодействие токоприёмника и контактной сети при высоких скоростях движения. М.: Транспорт, 2002. 159 с.
3. Беляев И.А., Вологин В.А. Взаимодействие токоприёмников и контактной сети. М.: Транспорт, 1996. 192 с.
4. Галкин А.Г. Анализ износа контактных проводов в пределах пролета контактной сети // Повышение надежности работы устройств электроснабжения железных дорог: Сб. науч. тр. Екатеринбург: УрГУПС, 2008. С. 43–48.
5. Горошков Ю. И., Виноградов С. А., Панкратова И. Г. Эластичность контактных подвесок с простыми смещенными опорными струнами // Вестн. ВНИИ ж.-д. трансп. 2008. № 4. С. 28–33.
6. Демченко А.Т. Моделирование малогабаритных контактных подвесок // Тр. МИИТ, 2002, вып. 702, С. 66–70.
7. Демченко А.Т. Повышение надежности работы электрифицированных железных дорог России // Электрификация и развитие железнодорожного транспорта в России. Традиции, современность, перспективы: Тезисы докладов международного симпозиума «Eltrans 2007». СПб: ПГУПС, 2001. С. 37–38.
8. Контактные подвески и токоприемники для высокоскоростных линий. // Железные дороги мира, 2008. № 7, С.37–40.
9. Купцов Ю.Е. Беседы о токосъеме, его надежности, экономичности и о путях его совершенствования. М.: «Модерн-А», 1997. 256 с.
10. Михеев В. П., Себелев В. И. Контактные подвески и их характеристики: Учебное пособие. - Омский ин-т инж. ж.-д. транспорта, 2009. - 79 с.
11. Behrends et al. Контактные подвески и токоприемники для высокоскоростных линий // Железные дороги мира
12. Kießling, R. Puschmann, A. Schmieder: Contact lines for Electric Railways, Planning, Design and Implementation, 820 pages, MCC-Verlag, Erlangen 2008.

ИННОВАЦИИ В ЛОГИСТИКЕ

Кривоножкина Надежда Валерьевна

*студент 1 курса института «Коммерции, маркетинга и сервиса», направления
«Менеджмент», профиля «Логистика»
ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»,
РФ, г. Самара*

Назаренко Константин Сергеевич

*студент 1 курса института «Коммерции, маркетинга и сервиса», направления
«Менеджмент», профиля «Логистика»
ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»,
РФ, г. Самара*

Карпова Наталья Петровна

*научный руководитель, д-р экон. наук, доц., проф. кафедры маркетинга,
логистики и рекламы
ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»,
РФ, г. Самара*

В наши дни определение «логистика» начинает приобретать все более масштабный характер. Без логистики невозможна деятельность организаций и различного рода предприятий. Но технологии в логистике постепенно устаревают, а в современном мире, где научно-техническая информация становится ведущим фактором производства, особенно важно успевать идти в ногу со временем и не стесняться применять новые технологии. Именно поэтому, рассматривая деятельность логистики на предприятии, стоит затронуть такое определение, как «инновационная логистика». Инновационную логистику можно рассматривать как управленческую инновацию. Она как раз и обладает тем самым инновационным потенциалом в сфере управления, способным повысить эффективность хозяйствования субъектов рынка [1, 2] Инновационная логистика рассматривается как самостоятельное направление. Развитие данного вида логистики является важнейшим фактором в повышении конкурентоспособности фирмы, поскольку грамотность и эффективность ее применения определяют дальнейшее развитие экономики не только отдельно взятого предприятия, но и целой страны.

Под определением «инновация» в логистике следует понимать новые разработанные технологии, помогающие доставлять груз из одного места в другое и ускорить различного рода процессы, увеличивая при этом выгоду организации. Но стоит акцентировать внимание на том, что «инновация» - это не всякое новшество или нововведение, а только такое, которое серьёзно повышает эффективность деятельной логистической системы. То есть под инновационными процессами следует понимать только такие, которые характеризуются новизной и их эффективной реализацией на рынке, повышением качества и надежности поставок продукции, а также повышением прибыли для предпринимателя. Исходя из этого, можно смело сказать, что инновационная логистика - одна из актуальнейших составляющих деятельности в логистике, которая оптимизирует процесс поставок и вырабатывает оптимальную стратегию по управлению потоками.

По мнению многих западных специалистов, инновации в логистике подразумевают под собой не только тотальное изменение всей логистической системы, но и введение каких-то небольших новшеств в её отдельных звеньях или же изменение стратегии управления логистической системой. Это утверждение не лишено смысла: подумайте, сколько новых видов транспорта изобрели и начали применять для доставки грузов за последние 50 лет? Мы тоже затрудняемся дать ответ. Говоря простым языком, грузы всё так же доставляют на кораблях, самолётах, машинах и поездах, однако в них появляются все новые устройства, которые эту доставку помогают упростить и ускорить.

Также в логистике активно применяют различные информационные технологии. Прежде всего, благодаря данным технологиям уменьшается время по доставке, обработке и отправке заказа. Чем быстрее проходят эти процессы, тем быстрее заказ доходит до покупателя. Соответственно за отведенное время можно сделать больше заказов и получить больше выгоды, к чему и стремится предприниматель. Благодаря информационным технологиям происходит более успешное планирование и оценка рыночной ситуации. Применению

современных информационных технологий в цепях поставок позволяет осуществлять контроль за уровнем обслуживания покупателей, оценку эффективности работы продавца, перевозчика и системы в целом, проверку состояния товаров, которые поставляются из других стран, планирование сбыта продукции и прогнозирование спроса. В общих чертах, информация в логистике необходима для:

1. Обслуживания покупателей (справочная служба, различные услуги, обработка заявок).
2. Рекламы и исследования рынка.
3. Сбора статистических данных.
4. Установления взаимоотношений с поставщиком (обработка заказа, обмен данными и др.).

Проанализируем, какие нововведения в логистике ждут нас в ближайшем будущем. Каждый наверняка слышал о компании “Google” и её экспериментах в области создания различных высокотехнологичных и заметно упрощающих жизнь устройств. Одна из таких разработок – автомобиль, которому не нужен водитель. Это изобретение может произвести революцию в логистике: в России, по данным Федеральной службы государственной статистики, за один февраль 2016 года автомобильным транспортом было перевезено 331,6 млн. тонн грузов или 63% от всех перевозок. На данный момент активно присматривается к этой технологии компания “Daimler”, которая уже в октябре 2015 года выпустила на дороги Германии грузовик, оснащённый радаром, камерами и регуляторами скорости, который без помощи водителя проехал по шоссе А8 несколько километров. Стоит отметить, что внутри грузовика находился человек, но машиной он не управлял.

К основным преимуществам данной технологии можно отнести:

- 1) Ускорение доставки товара. Такие автоматические грузовики будут останавливаться только для того, чтобы заправиться. Никаких остановок для еды, сна или душа. Такой грузовик сможет преодолевать расстояния в ~5000 км примерно за 60 часов.

2) Грузоперевозчик элементарно экономит на зарплате, социальных и страховых выплатах водителям и на налогах.

3) Такой грузовик не будет нарушать правила дорожного движения, так как он просто этого «не умеет».

Google Glass – приспособление, представляющее собой «умные» очки, которые могут заменять смартфон. Компания “DHL” начала использовать такие очки на своих складах. Это устройство является довольно удобным и полезным, поскольку в разработанных очках вставлены специальные стекла, оснащенные программным обеспечением для управления складом. Данная технология позволяет без использования рук найти самый быстрый маршрут для перевозки продуктов и считать штрих-коды. Плюсы этих очков также состоят в том, что это не только упрощает работу на складе, но и оптимизирует ее, обеспечивая быстрый грузооборот и текучесть товара. В январе компания завершила тестирование очков и дополненной реальности на складе в Нидерландах.

Инновации не ограничиваются конкретными изобретениями. Как было сказано выше, инновации могут быть и в управлении. В настоящее время в условиях глобализации бизнеса задача руководителей многих транснациональных корпораций состоит в том, чтобы интегрировать цепи поставок в соответствии с общей стратегией корпоративного бизнеса и использовать их в качестве одной слаженной системы для сведения к минимуму совокупных издержек.

Рассматривая интеграцию в логистической деятельности необходимо выделить несколько ее типов: внутренняя (в рамках одного предприятия), внешняя и вертикальная (взаимодействие с другими организациями). Главная задача логистической интеграции состоит в том, чтобы каждая отдельная функциональная область работала в максимальной координации с другой областью. Исходя из этого, перед логистическим менеджментом фирмы стоит непростая задача преодоления изолированности функциональных подразделений компании. Руководители высшего звена должны стать координаторами работы всех подразделений. А зачем, собственно говоря, заниматься

интеграцией в области логистики? Как это повлияет на развитие фирмы? Как известно, 70% издержек фирмы приходится на логистику, а интеграция помогает заметно снизить эти издержки. Показатели каждой компании строго индивидуальны и разнятся в зависимости от сферы деятельности, однако, по данным последних исследований, компания, добившаяся интеграции в сфере логистики, может получить:

- 1) Снижение запасов на 20–60%.
- 2) Ускорение производственного цикла на 30–50%.
- 3) Повышение точности прогнозирования на 25–80%.
- 4) Снижение стоимости цепи поставок на 24–50%.
- 5) Общее увеличение производительности на 10–16%.

Список литературы:

1. Карпова Н.П. Стратегическая логистика снабжения [Текст]: монография / Н.П. Карпова. – М.: Креативная экономика, 2011. – 168 с.
2. Карпова Н.П. Логистика как управленческая инновация в рыночном пространстве [Текст] / Н.П. Карпова // Экон. науки. – 2011. – № 4 (77). – С. 71–75.

СЕКЦИЯ 10. ЭНЕРГЕТИКА

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВНУТРЕННИХ ПОЛОСТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ (МОВПТ)

Садыков Тимур Саматович

*студент 4 курса Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,
РФ, г. Оренбург*

Горячев Сергей Вениаминович

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц. кафедры электро-
и теплоэнергетики Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Оренбургский государственный университет»,
РФ, г. Оренбург*

Аннотация. Целью данной статьи является ознакомление с методами очистки внутренних полостей трубопровода. В ходе работы будут рассмотрены достоинства и недостатки данных методов. В результате, сравнив все показатели, будет выбран наиболее оптимальный метод.

Abstract The purpose of this article is to introduce the methods of cleaning the interior surfaces of the pipeline. In the work will be discussed advantages and disadvantages of these methods. As a result, comparing all the indicators, the most appropriate method will be chosen.

Ключевые слова: Очистка, внутренняя полость трубопровода, отложения.

Keywords: Purification, the inner cavity of the pipeline, deposits.

Введение

Одной из главных проблем в России в системе водоснабжения (СВС) является качество воды. Любое оборудование СВС: от теплообменников до трубопроводов, подвержены воздействию воды, протекающих в них.

В большинстве случаев, данное воздействие носит негативный характер. Ведь сама по себе вода негативно влияет на металл, а если речь идет о воде с высокой температурой, то объем нежелательных явлений увеличивается в несколько раз. Главной причиной отложений во внутренней полости трубопровода является ржавчина, соли кальция, магния, извести и др.

Наличие отложений в трубопроводе приводит к:

- уменьшению пропускной способности;
- увеличению гидравлического сопротивления и шероховатости;
- перерасходу энергии на привод насосов;
- снижению коэффициентов теплопередачи, что приводит к увеличению тепловых потерь;
- загрязнению воды.

В связи с этим необходима периодическая очистка внутренней полости трубопроводов. Существует множество методов. По наличию реагентов их можно разделить на:

- реагентные;
- безреагентные.

К реагентным относится химический способ очистки.

К безреагентным относится:

- механический;
- ультразвуковой;
- высоконапорный гидравлический;
- гидрокавитационный;
- термообразивный;
- гидромеханический;
- электрогидроимпульсный.

Химический МОВПТ

Данный метод являлся наиболее распространенным, т.к. позволяет без вскрытия трубопроводов произвести очистку. Карбонатно-кальциевые и другие

отложения удаляются циркуляцией промывочного раствора в замкнутом контуре агрегатов. Полная очистка выполняется за 10–18 часов и полностью зависит от вида и плотности отложений. Металл трубных систем после промывки пассивируется, а химический раствор нейтрализуется и сбрасывается в канализацию. Достигается 100% очистка поверхностей.

Однако метод имеет свои существенные недостатки:

- большой расход реагентов;
- дороговизна реагентов;
- необходимость утилизации и нейтрализации сточных вод после очистки.

Механический МОВПТ

Механический метод очистки внутренней полости является наиболее простым. Сущность метода заключается в том, что отложения в трубе очищаются при помощи различных сверл, ершей, шарошек и других видов насадок.

К достоинствам данного метода относятся;

- нет необходимости в высококвалифицированных специалистах;
- очистка любых отложений;
- дешевизна необходимого оборудования.

Недостатки:

- большая трудоемкость;
- неполная очистка;
- большая вероятность повреждения трубопровода.

Ультразвуковой МОВПТ

Принцип действия основан на возбуждении ультразвуковых колебаний на поверхности трубопроводов и отложений, которые приводят к появлению усталостных трещин в отложениях и последующему их отделению от металла.

Преимуществом данного способа очистки:

- возможность постоянной работы оборудования;
- малая потребляемая мощность (порядка 100 Вт);

- нет необходимости в вскрытии трубопровода и использования других рабочих сред и материалов;

- предотвращение образования в трубах новых отложений.

К недостаткам способа относятся:

- низкая скорость очистки трубопроводов от отложений продолжительностью 2,5 ... 3 мес.;

- отключения питания генератора при аварийных пропаданиях напряжения электрической сети;

- невозможность очистки трубопроводов, полностью забитых отложениями или имеющих локальную закупорку в виде пробок.

Высоконапорный гидравлический МОВПТ

В основу способа положен принцип превращения энергии высокого давления воды, подаваемой в трубопровод через специальное сопло, в кинетическую энергию потока. Поток воды, движущейся с высокой скоростью на выходе из сопла, отрывает отложения с внутренней поверхности трубопровода.

К недостаткам данного способа относятся:

- быстрый износ уплотнений плунжерного насоса и шлангов высокого давления;

- высокие требования к квалификации обслуживающего персонала;

- большая потребляемая мощность;

- невозможно очистить полностью забитые отложениями трубопроводы.

- жесткие требования по технике безопасности, связанные с высоким давлением в шланге насоса.

Гидрокавитационный МОВПТ

Принцип действия данного способа заключается в следующем: вода высокого давления до 600 кгс/см² входит в трубопровод в форме кавитирующей струи, формируемой с помощью специального профиля кавитирующими насадками.

В основу способа положен эффект кавитации, связанный с нарушением сплошности внутри потока текущей жидкости и образованием в ней пузырей растворимого газа. С увеличением скорости потока жидкости давление в ней уменьшается и при некоторой критической скорости оно падает до нуля. В результате насыщенные пары увеличиваются в объеме и превращаются в большие кавитационные пузыри. Процесс схлопывания пузырей происходит с большой скоростью, и в результате создается множество микро взрывов, очищающих поверхность трубы. Многократно повторяющиеся взрывы приводят к разрушению отложений, отрыву их от поверхности и выносу из трубопроводов протекающей водой.

Преимущества метода:

- быстрая очистка;
- полная очистка до металла;
- возможность очистки полностью забитых отложениями труб.

Недостатки:

- большая потребляемая мощность;
- большой вес установки;
- высокая квалификация обслуживающего персонала;
- жесткие требования по технике безопасности, связанные с применением высокого давления;
- невысокая надежность, связанная со шлангами высокого давления и уплотнениями насоса.

Термоабразивный МОВПТ

В основе способа лежит создание в специальном устройстве (в термоабразивном пистолете) сверхзвуковой газовой-топливной нагретой струи, двигающей в трубе абразивный порошок из шлаковых отходов.

В результате совместного воздействия горячего воздуха с нагретым абразивом на отложения любого состава и толщины происходит их отрыв от стенок и выброс совместно с абразивом из очищаемой трубы.

Преимущество:

- высокая скорость очистки: до 60 погонных метров в минуту.

Недостатками способа являются:

- большой расход абразива – 5 ... 10 кг/м² очищаемой поверхности;
- сильное загрязнение воздуха в рабочем помещении, если не применять специальные меры для предотвращения попадания отложений в окружающее пространство.

Гидромеханический МОВПТ

Разрушение отложений происходит с помощью, вращающейся роликовой или конической зубчатой коронкой специального профиля с последующим удалением отложений потоком движущейся воды.

Достоинства:

- очистка любых видов отложений, любой толщины;
- малые габаритные размер и вес установки;
- транспортабельность;
- полная очистка;
- простота монтажа.

Недостатки:

- малый срок службы конической зубчатой коронки и насадки;
- требование наличия воздухо-подготовительной установки.

Электрогидроимпульсный МОВПТ

Принцип его действия основан на преобразовании электрической энергии в механическую при высоковольтном разряде в жидкости. Ударная волна и гидродинамические потоки, образующиеся при электрическом разряде в жидкости, наполняющей очищаемую трубу, разрушают накипь и другие отложения на внутренней, а зачастую и на внешней поверхности труб.

Преимущества:

- очистка любых видов накипи и отложений.
- полное удаление отложений «до металла»,

- возможна очистка труб сложной конфигурации, в т.ч. спиралевидных;
- очистка без демонтажа трубопровода;
- не повреждается очищаемое оборудование и не уменьшается ресурс его службы;

- простота в эксплуатации и обслуживании;
- экологическая чистота;
- низкая стоимость расходных материалов.

Недостатки:

- невозможно очистить полностью забитые отложениями трубопроводы.

Требования к МОВПТ

Для того чтобы выбрать самый оптимальный вариант, метод должен отвечать следующим требованиям:

- полная очистка трубопровода;
- очистка трубопроводов от отложений любого рода;
- низкое энергопотребление;
- высокий ресурс элементов установок очистки;
- малые габаритные размеры и масса установки;
- малые расходы рабочей среды;
- отсутствие механических повреждений при очистке;
- экологическая безопасность;
- низкая себестоимость очистки;
- высокая скорость очистки.

Для наглядности сведем сравнительные характеристики методов в таблицу 1.

Таблица 1.

Сравнительные характеристики методов очистки внутренних полостей трубопроводов

| Способ очистки | Высокое качество очистки | Любой вид отложений | Низкое энергопотребление | Малые расходы рабочей среды | Высокий ресурс элементов установки | Отсутствие механических повреждений при очистке | Малые габаритные размеры и масса | Высокая скорость очистки | Невысокая квалификация операторов | Приемлемая стоимость очистки |
|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|--|---|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| Высоконапорный гидравлический | - | - | - | - | + | + | - | - | - | + |
| Гидрокавитационный | + | + | - | - | + | + | - | + | - | + |
| Термоабразивный | + | + | - | - | + | - | - | + | - | + |
| Гидромеханический | + | + | + | - | + | - | + | + | + | + |
| Электрогидроимпульсный | + | + | + | + | + | + | + | - | + | + |
| Ультразвуковой | + | - | + | + | + | + | + | - | - | + |

Вывод

Рассмотрев достоинства и недостатки всех методов очистки внутренней полости трубопроводов, можно сделать следующие выводы:

- Ни один из методов полностью не отвечает перечисленным требованиям. Необходимость применения каждого из методов необходимо выбирать по местным условиям.
- Самыми оптимальными методами очистки являются гидромеханический и электрогидроимпульсный.

Список литературы:

1. ОСТ92-1601-84 Производство трубопроводов. Общие технические условия. Сборка, окраска, маркировка, очистка, контроль и монтаж трубопроводов.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:
ТЕХНИЧЕСКИЕ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Электронный сборник статей по материалам XXXIV студенческой
международной заочной научно-практической конференции*

№ 5 (34)
Май 2016 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»
127106, г. Москва, Гостиничный проезд, д. 6, корп. 2, офис 213

E-mail: mail@nauchforum.ru

