

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



23 2020
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 23 (313) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахронов Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшоода Намозовна, кандидат архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагитбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Александр Иванович Горшков* (1923), советский и российский лингвист-русист, специалист по истории русского языка и теории литературного языка.

Александр Иванович родился в г. Ярцево Смоленской области в семье ткацкого мастера.

Он окончил факультет русского языка и литературы Московского государственного педагогического института имени В. И. Ленина и аспирантуру этого института по кафедре русского языка. После защиты кандидатской диссертации на тему «Народно-разговорная лексика и фразеология в сатирических журналах Н. И. Новикова 1769–1774 гг.» Горшков был направлен в Читинский государственный педагогический институт.

Находясь в командировке в КНР, Александр Иванович был руководителем группы специалистов в Харбинском институте иностранных языков. Позднее, уже работая в Коломенском педагогическом институте, он защитил докторскую диссертацию «Проза Д. И. Фонвизина в истории русского литературного языка».

За время своей научной и педагогической работы Александр Иванович преподавал почти все лингвистические дисциплины, предусмотренные учебными планами филологических факультетов, но прежде всего — историю русского литературного языка, стилистику и старославянский язык. В своей научной работе Горшков — убежденный последователь филологической концепции своего учителя академика В. В. Виноградова. Основное внимание он уделял проблемам употребления языка, в частности — изучению языка как материала словесности.

Горшков впервые последовательно изложил теорию русского литературного языка. На основе разграничения уровней языковых единиц, текста и языка как системы разновидностей его употребления показал нетождественность различных «языковых программ» (теория трех стилей, декларация Карамзина, дискуссия «о слоге» и т. п.) и реального развития русского литературного языка во второй половине XVIII — начале XIX в., раскрыл большое значение языка просветительской прозы (М. Д. Чулков, Н. И. Новиков, Д. И. Фонвизин, И. А. Крылов, А. Н. Радищев) в подготовке пушкинской языковой реформы. Он разработал курс стилистики текста, обосновал ее принципиальное отличие от так называемой лингвистики текста. Он также проделал стилистический анализ ряда произведений русской классической и но-

вейшей русской словесности. К тому же Горшков разработал виноградовское понимание словесной композиции текста как «системы динамического развертывания словесных рядов в сложном единстве целого», рассматривая словесные ряды как главные компоненты композиции. Он выступает сторонником положения, что стилистика не делится на лингвистическую и литературоведческую, а является самостоятельным разделом филологии.

Горшков — автор учебников, учебных пособий, монографий и статей. Им написано около 140 научных и научно-методических работ, из них 20 — учебников и монографий по старославянскому языку, теории и истории русского литературного языка, стилистике, «языку художественной литературы», теории словесности. Несколько статей опубликованы в Польше, Германии, Югославии.

Среди его работ — первый после 1917 года научно-методический и учебный комплект (программа, учебник, сборник задач и упражнений, методические рекомендации к ним) «Русская словесность», за который ему была присуждена правительственная премия. Учебник «Русская словесность: от слова к словесности» издавался девять раз.

Горшков уделял много внимания работе со студентами, аспирантами, соискателями, стажерами. Он подготовил 15 кандидатов филологических наук, из которых трое в дальнейшем при его консультативной помощи защитили и докторские диссертации.

В настоящее время, находясь на пенсии, Александр Иванович Горшков продолжает консультировать своих коллег; увлекается фотографией.

Он заслуженно имеет государственные, отраслевые и общественные награды: орден «Знак почета», орден Ломоносова, медали «За трудовое отличие», «За доблестный труд», «В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина» и др., почетные значки «Отличник просвещения РСФСР», «Отличник просвещения СССР», «За отличные успехи в работе высшей школы СССР», Почетную грамоту Министерства просвещения СССР, благодарности Правительства РФ и Президента РФ В. В. Путина. Занесен в книгу «Москва первопрестольная» в номинации «Политическая и культурная элита». Правительством КНР награжден медалью китайско-советской дружбы.

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

АНОНСЫ

Прием заявок на конкурс «УМНИК — Почта России»1

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УМНИК В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Еськова Е. А.

Разработка технологии изготовления упругих элементов из бронзового сплава БрНХК с высокой электропроводностью 2

Сафонова А. Н.

Разработка алгоритмов автоматического детектирования категорий повреждения дерева на основе машинного обучения по данным съемки беспилотного летательного аппарата 4

МАТЕМАТИКА

Афанасьева А. А.

Исследование динамики финансовых рынков на основе показателя Херста.....7

Пономаренко А. Н.

Решение задачи Коши для уравнения продольных колебаний однородного стержня постоянного сечения методом понижения порядка10

Саркисян Т. А., Пихотина Т. В.

Методические приемы формирования информационной компетенции обучающихся по математике в школе..... 15

Сизова В. В., Сухан И. В.

Разработка приложения для решения задачи о максимальном потоке.....18

ФИЗИКА

Бикмухаметов М. В., Житников Д. С.

Существование черных дыр во Вселенной23

Мясников М. К.

Материал для полупроводниковых детекторов .25

Платонова К. Н., Стручков В. Н., Семёнова М. Н., Коркина А. П., Мамаева С. Н., Антонов С. Р., Мунхалова Я. А., Кононова И. В.

Исследование эритроцитов человека методом сканирующей электронной микроскопии: условие проведения эксперимента 27

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аношина В. В.

Проектирование информационной системы управления интернет-магазином и разработка рекомендательного алгоритма33

Дмитриев И. А.

Статистическое моделирование на ЭВМ непрерывных случайных величин средствами языка программирования R36

Захаров М. В., Ситов А. А.

High-Performance HMI и стандарт ISA-10140

Маньшев Д. М.

Структурный анализ кардиосигналов для оценки показателей variability сердечного ритма42

Градов В. М. Нгуен Дык Бинь

Метод и алгоритм построения распределения характеристик радиационного переноса в моделях сложного теплообмена..... 47

Немудров Д. С.

Сравнение программных инструментов управления проектами (PMST) 51

Стюхин И. С.
Применение Data mining для поддержания конкурентоспособности организаций55

Чалыкина Е. Г., Сухан И. В.
Проектирование программного обеспечения на базе экспертной системы «Выявление психологических отклонений» 57

БИОЛОГИЯ

Елистратова А. С.
Влияние способности адаптации к антропогенной пище на успех выживания птиц в городской среде.....65

Рябыкина Н. В.
Возрастная динамика свободнорадикальных процессов у самцов крыс при введении антиоксидантов и в условиях стресса68

Тошев А. Д., Колесник Н. А.
Хлеб как элемент здорового питания 73

МЕДИЦИНА

Беляева В. А.
Тенденции и перспективы развития здравоохранения в Ставропольском крае 76

Кудратиллаев К. Р.
Что такое ЭМИ? Влияние электромагнитного излучения на человека.....78

Соколов Д. К., Слажнева Т. И., Индершиев В. А., Абдуллаева Д. С.
Ожирение как фактор риска повышения артериального давления у подростков 80

АНОНСЫ

Прием заявок на конкурс «УМНИК — Почта России»

Открыт прием заявок на участие во всероссийском конкурсе «УМНИК — Цифровая Россия», который направлен на поддержку проектов в области сквозных технологий цифровой экономики. Конкурс реализуется в рамках программы «УМНИК» Фонда содействия инновациям на базе пяти городов:

- Москва — для регионов Центральной России;
- Санкт-Петербург — для регионов Северо-Запада;
- Казань — для регионов Поволжья и Урала;
- Томск — для регионов Сибири и Дальнего Востока;
- Ростов-на-Дону — для регионов Юга и Северного Кавказа.

В конкурсе могут принять участие студенты, аспиранты, молодые ученые, инноваторы, предприниматели и сотрудники высокотехнологичных компаний в возрасте от 18 до 30 лет включительно, являющиеся гражданами РФ и ранее не имевшие договоров с Фондом. [Положение о конкурсе](#).

От одного заявителя допускается подача одной заявки на любой из конкурсов в рамках «УМНИК — Цифровая Россия».

Тематические направления конкурса соответствуют сквозным цифровым технологиям национальной программы «Цифровая экономика»:

- искусственный интеллект;
- технологии виртуальной и дополненной реальностей;
- новые производственные технологии;
- интернет вещей;
- робототехника и сенсорика;
- технология связи 5G;
- спутниковая связь;
- системы распределенного реестра;
- квантовые вычисления;
- квантовые коммуникации;
- квантовая сенсорика и метрология.

Авторы лучших проектов будут получать в 2020 году грант в размере 500 тысяч рублей.

Для того чтобы принять участие в конкурсе, необходимо заполнить заявку на сайте программы «УМНИК»:

<https://umnik.fasie.ru/dataeconomy/>

Как проводился финальный отбор в 2019 году, можно посмотреть здесь:

[http://fasie.ru/press/fund/finalnye-otbory-konkursa-umnik-tsifrovaya-rossiya-/](http://fasie.ru/press/fund/finalnye-otbory-konkursa-umnik-tsifrovaya-rossiya/)

Контактные лица конкурса:

Москва

Алексей Викторович Карпов, e-mail: umnik@innovatorspace.ru

Санкт-Петербург

Исмаил Гаджиевич Кадиев, e-mail: umnik78fasie@gmail.com

Казань

Татьяна Сергеевна Тунакова, e-mail: tunakova@tpidea.ru

Томск

Григорий Павлович Казьмин, e-mail: info@innoregions.ru

Ростов-на-Дону

Мария Юрьевна Подколodная, e-mail: m.podkolodnaya@fasie.info

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УМНИК В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Разработка технологии изготовления упругих элементов из бронзового сплава БрНХК с высокой электропроводностью

Еськова Екатерина Александровна, студент
Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д. Ф. Устинова (г. Санкт-Петербург)



Упругие элементы из бронзовых сплавов широко применяются в авиационной и космической технике, судостроении, в частности в судовой арматуре. Применение в качестве материала для упругих элементов электромеханических устройств бронзовых сплавов, в том числе БрНХК, позволит снизить себестоимость производства

без потери в энергосиловых параметрах, релаксации и теплостойкости в процессе эксплуатации изделия [1].

Целью исследований, проводимых при поддержке Фондом содействия инновациям по договору № 98ГУЦ-ЭС8-Д3/56673 от 21.12.2019 г., является создание из бронзового сплава БрНХК упругого изделия (пружины), которое по качеству и характеристикам не будет уступать

изделиям, представленным на мировом рынке из более дорогостоящих и вредных материалов (бериллиевые бронзы).

Основными задачами в рамках проекта являются:

- анализ возможности применения никель-хром-кремнистой бронзы БрНХК для производства винтовых пружин сжатия, анализ особенностей пружинного производства, постановка задач исследования;

- исследование влияния режимов термической обработки бронзового сплава БрНХК на механические характеристики и установление закономерностей изменения комплекса физико-механических характеристик в зависимости от режимов и способов термической обработки;

- исследование возможностей применения метода акустической эмиссии для оценки показателей качества материала и пружин, установление корреляционных зависимостей между параметрами акустической эмиссии и показателями механических свойств сплава БрНХК;

- разработка технологического процесса изготовления упругих элементов из бронзовых сплавов, изготовление опытных образцов и проверка их работоспособности по результатам эксплуатационных испытаний.

Для изготовления упругих элементов (пружины) применяют большое количество сплавов на основе цветных, а также благородных металлов, подвергаемых различным видам упрочнения: старению или дисперсионному твердению, термомеханической, химико-термической обработке и другими видами комбинированной обработки.

Выбор того или иного сплава и режима упрочняющей обработки зависит от условий службы соответствующих упругих элементов. Среди этих материалов важное место занимают сплавы на основе меди благодаря уникальному сочетанию высокого упрочнения, значительной упругой деформации, высокой электро- и теплопроводности, высокого сопротивления разрушению, а также коррозионной стойкости и возможности работы при высоких температурах. Эти сплавы используются в приборах, электрических машинах, автоматических устройствах как то-

коведущие и силовые, а часто одновременно как силовые и токоведущие упругие элементы высокой точности и надежности.

Также бронзовые сплавы являются незаменимыми в авиационной и космической технике в электромеханических системах (токосъемное устройство космического аппарата, электрошаговые двигатели космических и авиационных систем), поэтому актуальна разработка и внедрение процесса изготовления пружин из сплава БрНХК, который вполне может заменить кобальт- и никель-бериллиевые бронзы, гораздо более дорогостоящие, вредные в производстве и дефицитные.

Рассматривая бронзовые сплавы, наиболее высокими механическими свойствами обладает бериллиевая бронза. Предел прочности достигает 1300 МПа, а предел текучести до 1200 МПа, при этом самая низкая пластичность, относительное удлинение не более 2 %. Бронзовый сплав БрНХК не уступает по прочностным свойствам кремне-марганцевой и оловянноцинковой бронзам, а рассматривая предел текучести, бронзовый сплав БрНХК превосходит их, при этом запас пластичности остается наиболее высоким по отношению всех представленных бронзовых сплавов. Удовлетворить всему комплексу многообразных и нередко противоречивых требований, предъявляемых к материалу пружин, сложно, и выбор наиболее подходящего материала часто встречает большие трудности. В связи с этим часто приходится ограничиваться наиболее важными требованиями [2]. В свою очередь сплав БрБ2 считается дефицитным сплавом и применяется только для пружин, предназначенных для специальной техники, так как свойства данного сплава после упрочняющей термообработки не уступают углеродистым нагартованным сталям. Учитывая повышенную стоимость бериллия, ведутся работы, как по снижению содержания бериллия, так и к переходу к сплавам без бериллия.

Упругие элементы, винтовые пружины из никель-хром-кремниевой бронзы БрНХК представлены на рисунке 1.

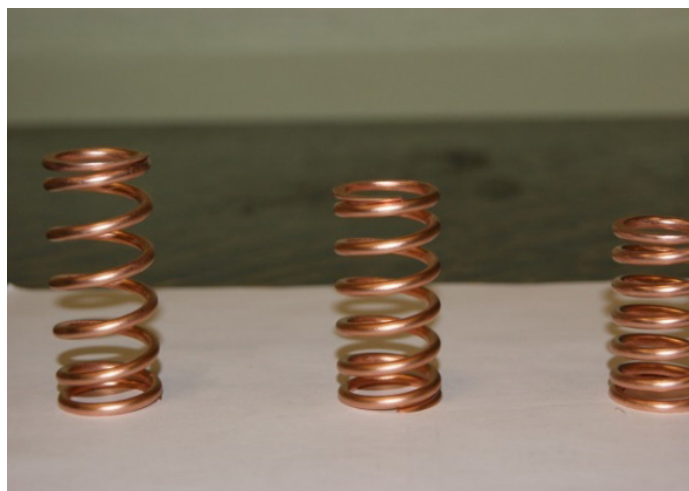


Рис. 1. Упругие элементы (пружины)

Прямых аналогов планируемых изделий не существует, а в отличие от косвенных (пружины из бериллиевых бронз), пружины из никель-хром-кремниевой бронзы

БрНХК, будут менее дорогостоящими и не такими вредными в производстве.

Литература:

1. Арсентьева, Н. С., Боков Н. Ф., Казанцев Е. А., Железняк Л. М., Марущак Л. Н., Бекленищева Г. В., Ломакина К. А. Высококачественная проволока из электротехнических бронз производства ОАО «КУЗОЦМ». //Металлург. 2009. № 12. с. 62–65.
2. Железняк, Л. М., Замараев, В. А., Марущак, Л. Н. Особенности производства бронзовой проволоки, отвечающей требованиям высокого уровня // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением № 9–2017. с. 30–37.

Разработка алгоритмов автоматического детектирования категорий повреждения дерева на основе машинного обучения по данным съемки беспилотного летательного аппарата

Сафонова Анастасия Николаевна, инженер-исследователь
Сибирский федеральный университет (г. Красноярск)

Для достижения поставленной цели проекта следовало решить шесть задач:

1. Конструирование новой архитектуры сверточной нейронной сети для задач классификации категорий повреждения дерева по данным изображений со сверхвысоким пространственным разрешением, полученных с беспилотного летательного аппарата (БПЛА).

2. Подготовка уникального набора данных с применением методов искусственного увеличения для тестирования (обучения, валидации, независимой проверки) созданной сверточной нейронной сети.

3. Обучение созданной сверточной нейронной сети на наборе данных без увеличения и на увеличенном наборе данных.

4. Разработка и тестирование алгоритма автоматического детектирования объектов (категорий повреждения дерева) по данным изображений со сверхвысоким пространственным разрешением, полученных с БПЛА.

5. Независимая проверка и оценка созданной сверточной нейронной сети на наборе данных без увеличения и увеличенном наборе данных.

6. Разработка графического интерфейса пользователя для удобного взаимодействия с системой и анализа результатов детектирования и классификации.

Итоговый результат — система (программный продукт) детектирования и классификации категорий повреждения дерева на изображениях сверхвысокого пространственного разрешения. Результатом работы системы является отображение меток, показывающих поврежденные деревья и класс их повреждения на анализируемых изображениях, а также статистические данные для изображения в целом.

Актуальность исследования обоснована следующим фактом. Тайга и бореальные леса играют важную роль в глобальном климате. Несмотря на то, что леса являются возобновляемым ресурсом, в обширных районах мира деградация лесов высока и не компенсируется восстановлением. Существует несколько факторов, приводящих к ослаблению и гибели деревьев, помимо пожаров причиной является нападение жуков-короедов. Обычно они гибнут в течение 2–4 лет с момента первого нападения жука, что определяет важность решения задач мониторинга вторжения жуков и, детектирования категорий повреждения дерева и раннего предупреждения для точной оценки состояния повреждения леса. Таким образом, существует необходимость принятия решений в условиях малых объемов выборки и недостаточного качества исходного материала для обучения, что определяет актуальность исследования и разработки новых методов и алгоритмов обработки растительных сообществ на основе машинного обучения.

Инновационность научного проекта. Разработанная система способна автоматически детектировать категорий повреждения дерева по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) сверхвысокого пространственного разрешения. В результате работы системы автоматически строятся рамки объектов, которые отображают метки, предсказывающие поврежденные деревья и класс их повреждения на анализируемых изображениях, а также статистические данные для изображения в целом.

Предлагаемые в данном проекте алгоритмы и архитектура сверточной нейронной сети для задач обработки изображений дистанционного зондирования Земли является легкой (до 6 слоев свертки), они демонстрируют высокую точность распознавания объектов при меньших

вычислительных затратах (точность распознавания более чем на 5% выше в сравнении с классическими методами), и адаптированы под конкретные задачи детектирования и классификации категорий повреждения дерева по данным изображений с БПЛА.

Разработанный алгоритм автоматического детектирования категорий повреждения дерева на изображениях сверхвысокого пространственного разрешения, полученных с БПЛА. Структура предлагаемого алгоритма включает в себя совокупность последовательных элементов:

- Преобразование трёхцветного изображения (красный, зеленый, синий) в цветовую палитру серых оттенков;
- Размытие изображения в градациях серого с использованием высокочастотного Гауссова фильтра для уменьшения шума на изображениях со следующими параметрами функции: размер ядра 11×11 пикселей со стандартным отклонением, равным 0;
- Создание двоичного изображения (чёрно-белое) из размытых изображений в градациях серого путем применения пороговой функции с оптимальным пороговым значением яркости пикселей входного изображения, равным 100;
- Структурирование контуров элементов изображения путем применения двух последовательных функций (эрозия и расширение) с несколькими итерациями для двоичных изображений с целью различения контуров отдельных крон деревьев и минимизации эффекта их слияния в одном объекте;

Обнаружение участков изображения, которое было реализовано с использованием функции вычисления площади контура на основе формулы Грина. Размер объекта для функции был установлен в диапазоне от 50×50 до 200×200 пикселей.

Общая архитектура СНС состоит из шести сверточных блоков (каждый включает в себя один сверточный слой).

Первый и третий сверточные блоки включают в себя слой пулинга (функция уменьшения размерности пространства карт признаков) с функцией максимума. В конце СНС находятся два полносвязных слоя и один выходной слой. В последних четырех сверточных блоках использовалась функция активации ReLU, а в выходном слое использовалась функция активации Softmax. Чтобы контролировать переобучение сети, по результатам проведенных экспериментов было решено использовать метод регуляризации для ИНС Dropout, с помощью которого было достигнуто уменьшение сложности модели, с сохранением количества ее параметров на низком уровне. Также было выбрано оптимальное значение коэффициента регуляризации. По результатам проведенных численных экспериментов было определено, что оптимальными являются значения коэффициента 0,25 после второго, четвертого и пятого слоев, и 0,5 перед выходным слоем. В качестве целевой функции, которая должна быть минимизирована в ходе обучения нейронной сети, была выбрана категориальная кросс-энтропийная потеря между входными данными и фактической классификацией изображений. Данная функция хорошо подходит для вычисления вероятности принадлежности исходного изображения к определенной категории. К настоящему времени предложено достаточно большое количество алгоритмов оптимизации при расчете градиентного спуска в нейронных сетях. В предлагаемой модели использовалась оптимизация ADAM (adaptive moment estimation, адаптивная оценка момента) поскольку для рассматриваемой проблемы это наиболее подходящий оптимизатор, в частности, благодаря возможности начальной калибровки ИНС (Рис. 1).

Характеристики разработки: точность распознавания до 97%, количество слоев свертки не более 6, 4 выходных полносвязных слоя, высокая скорость обучения сети (30

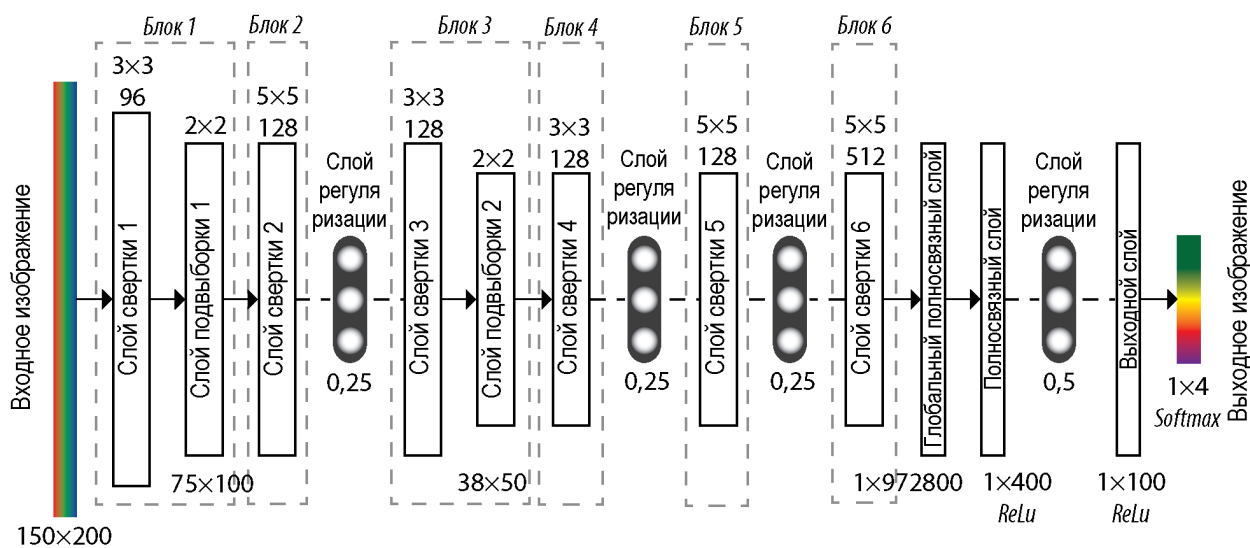


Рис. 1. Архитектура новой сверточной нейронной сети для задач классификации категорий повреждения дерева по данным сверхвысокого пространственного разрешения

итераций), скорость классификации до 30 секунд на одно изображение.

Отличие от аналогов. Из наиболее известных систем-аналогов, предназначенных для обработки изображений (детектирования, классификации и сегментации изображений) дистанционного зондирования Земли, можно выделить следующие: ENVI, QGis, Trimble’s eCognition Developer 9.3. Первые две основаны на технологиях, использующих классические методы обработки изображений: факторный анализ, метод случайных проекций, вейвлет-анализ, метод главных компонент. Они демонстрируют сравнительно низкие точности обработки изображений ДЗЗ. Программный продукт Trimble’s eCognition Developer 9.3 основан на использовании сверточных нейронных сетей от Google TensorFlow API, что приводит к высокой точности детектирования и классификации объектов, но требует высоких мощностей, а в ряде случаев затрат значительного количества времени, так как встроенные модели являются тяжелыми. Каждая из пред-

ставленных систем не представляет возможности внести изменения во встроенные технологии для адаптации под конкретную задачу пользователя. Также к недостатку следует отнести необходимость использования графического ускорителя и значительного свободного места на жестком диске, что на практике бывает невозможным для большинства предприятий в связи со стоимостью ускорителя (от 700 тыс. руб.). При этом стоимость лицензии для работы с ENVI составляет от 300 тыс. руб., а ПО Trimble от 1 млн. руб. в год.

Конечный программный продукт предоставляет оператору возможность несложного и быстрого автоматического распознавания категорий повреждения дерева на снимках сверхвысокого пространственного разрешения, полученных с БПЛА.

Общий макет программы по реализации технологии автоматического детектирования категорий повреждения дерева на основе машинного обучения по данным съемки БПЛА представлен на рисунке 2.

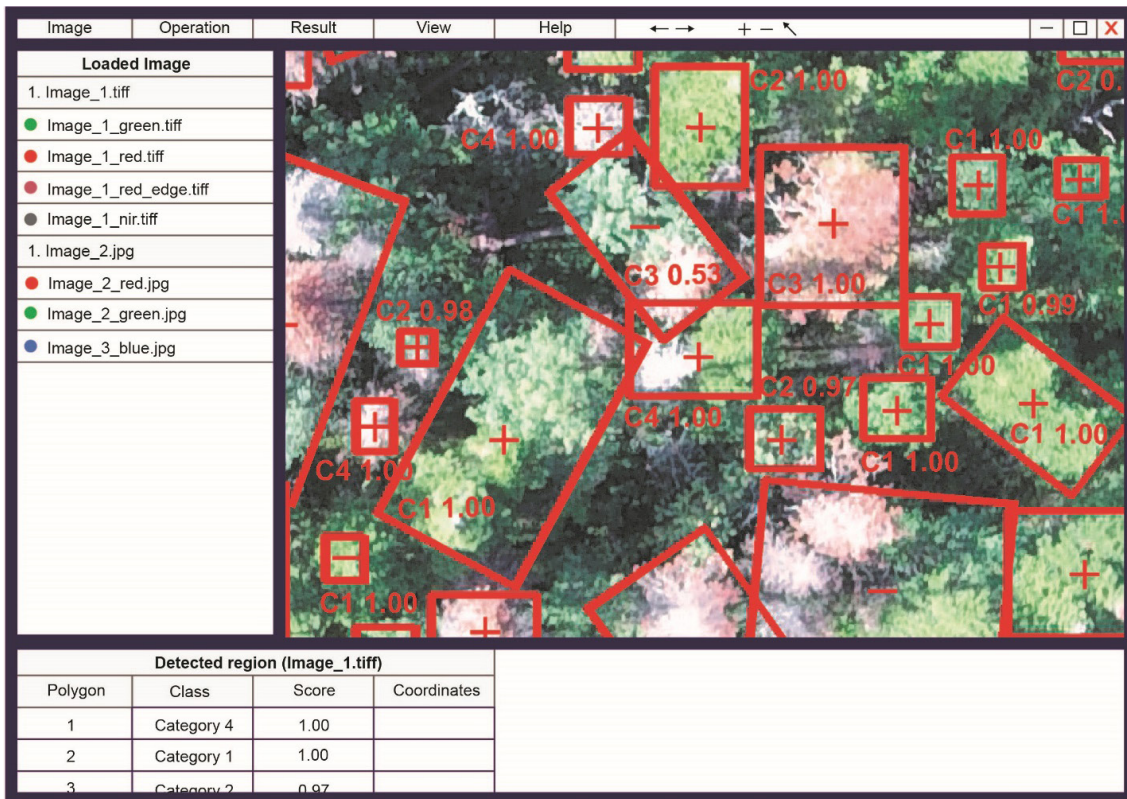


Рис. 2. Макет программного продукта для автоматического распознавания категорий повреждения дерева на снимках сверхвысокого пространственного разрешения, полученных с беспилотных летательных аппаратов.

Экспериментальные исследования по разработанным алгоритмам и архитектуре сверточной нейронной сети производились на тестовых участках природного заповедника «Столбы», расположенного недалеко от города Красноярска в Центральной Сибири Российской Федерации по данным БПЛА за 2016, 2018 гг.

Разработанные в научном проекте программные продукты могут быть использованы в научно-исследова-

тельских отделах институтов и предприятий, работающих в области лесных ресурсов и лесных экосистем, в региональных службах лесозащиты и службах, осуществляющих надзор в области лесопользования. Они также могут быть внедрены в систему мониторинга лесного и сельского хозяйства, и на станции БПЛА для мониторинга растительных сообществ в режиме реального времени.

МАТЕМАТИКА

Исследование динамики финансовых рынков на основе показателя Херста

Афанасьева Алёна Андреевна, студент магистратуры

Научный руководитель: Попов Сергей Вячеславович, доктор физико-математических наук, зав. кафедрой
Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (г. Якутск)

Исследование динамики финансовых рынков является важной частью теории финансовых инвестиций. В данной работе проводится анализ динамики котировок акций ведущих компаний Республики Саха (Якутия), именно: ОАО «АЛРОСА-Нюрба», ПАО «Якутскэнерго», ПАО «ЯТЭК». Рассчитывается показатель Херста за 20 месяцев с 1 октября 2018 года по 1 мая 2020 года для всех исследуемых компаний.

Ключевые слова: временной ряд, показатель Херста, котировки акций, финансовый рынок, тренд.

Принимая решение об инвестировании в начальный момент времени, инвестор может оценить ожидаемую доходность каждой ценной бумаги и выбрать ценную бумагу с наибольшей ожидаемой доходностью. Однако рациональный инвестор помимо ожидаемой доходности должен оценить и риск, связанный с вложением в данный вид ценных бумаг. Таким образом, задача рационального инвестора заключается в поиске компромисса между доходностью и риском [2].

В современных условиях для анализа финансовых рынков используется R/S анализ, основанный на вычислении показателя Херста. В данной работе используется упрощенная модель вычисления показателя Херста.

Показатель Херста рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$(R/S)_n = (aN)^H \tag{1}$$

где H — коэффициент Херста;

S — стандартное отклонение уровней временного ряда;

R — величина накопленного отклонения;

N — значение количества анализируемых временных периодов;

a — константа, которая эмпирическим путем была рассчитана для рядов на небольшой период времени и составила 0,5.

Однако если в качестве константы использовать число 0,5, то при небольшом количестве наблюдений N показатель Херста имеет склонность даже на случайных рядах оценивать их как персистентные (обладающие трендами), завышая H . Поэтому в основном для исследования рыночных рядов используют константу $c = \frac{\pi}{2}$ [4].

H находим следующим образом [3]:

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(aN)} \tag{2}$$

Среднеквадратичное отклонение:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - X_{cp})^2} \tag{3}$$

X_{cp} — среднее арифметическое ряда наблюдений X на

$$X_{cp} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \tag{4}$$

Размах накопленного отклонения R вычисляют следующим способом [1]:

$$R = \max(Z_u) - \min(Z_u) \tag{5}$$

Z_u — накопленное отклонение ряда X от среднего значения X

$$Z_u = \sum_{i=1}^u (x_i - X_{cp}) \tag{6}$$

Показатель Херста строго связан с фрактальной размерностью временных рядов, поэтому поиск показателя Херста на самом деле является поиском фрактальных свойств ряда. Это соотношение описывается следующим уравнением:

$$D_f = 2 - H \tag{7}$$

Это уравнение имеет огромное практическое значение, поскольку оно может использоваться для классификации типа временного ряда в зависимости от фрактальной размерности данного объекта.

Следующие случаи можно различить на основе значений показателя Херста:

— если $0 < H < 0,5$, то $1,5 < D < 2$, такой ряд является антиперсистентным. Если значение ряда увеличилось, то в следующем периоде высока вероятность, что уменьшится и наоборот;

— если $H = 0,5$, то $D = 1,5$ ряд является незави-

симым. То есть будущее не зависит от настоящего, а настоящее не зависит от прошлого;

— если $0,5 < H < 1$, то $1 < D < 1,5$, такой ряд является персистентным, то есть обладающим трендом. Это обусловлено наличием долгосрочной зависимости от данных.

Таблица 1. Финансовые инструменты, выбранные для анализа

Название	Символ	Отрасль	Тип акции
ОАО Алроса-Нюрба	ALNU	Нерудная промышленность	ORD
ПАО «Якутскэнерго»	YKEN	Электроэнергетика	ORD
ПАО «ЯТЭК»	YAKG	Нефтегазовая промышленность	ORD

По вышеизложенному алгоритму рассчитаем показатель Херста. Сделаем все расчеты с помощью программы MS Excel. Данные для исследования взяты из сайта investing.com. Количество наблюдений — 20, период с 1 октября 2018 года по 1 мая 2020 года.

Временной ряд X — котировки акций ОАО «АЛРОСА-Нюрба»;

Временной ряд Y — котировки акций ПАО «Якутскэнерго»;

Временной ряд Z — котировки акций ПАО «ЯТЭК».

	x	x-Хср	Zu	(x-Хср)^2
01.10.2018	85000	19120	19120	365574400
01.11.2018	88500	22620	41740	511664400
01.12.2018	79000	13120	54860	172134400
01.01.2019	73500	7620	62480	58064400
01.02.2019	65600	-280	62200	78400
01.03.2019	55400	-10480	51720	109830400
01.04.2019	64600	-1280	50440	1638400
01.05.2019	79400	13520	63960	182790400
01.06.2019	95000	29120	93080	847974400
01.07.2019	77400	11520	104600	132710400
01.08.2019	75000	9120	113720	83174400
01.09.2019	68800	2920	116640	8526400
01.10.2019	66400	520	117160	270400
01.11.2019	50600	-15280	101880	233478400
01.12.2019	50200	-15680	86200	245862400
01.01.2020	52000	-13880	72320	192654400
01.02.2020	49400	-16480	55840	271590400
01.03.2020	47400	-18480	37360	341510400
01.04.2020	47200	-18680	18680	348942400
01.05.2020	47200	-18680	0	348942400
Среднеарифметическое X	65880	Maximum	117160	
Стандартное отклонение S	14928,85	Minimum	0	
Размах R	117160			
Нормированный размах R/S	7,847891			
Log(R/S)	0,894753			
Log(N*π/2)	1,497151			
Показатель Херста H	0,597637			

Рис. 1. Расчет показателя Херста динамики временного ряда Z

	y	y-Ycp	Zu	(y-Ycp)^2
01.10.2018	0,233	-0,05785	-0,05785	0,003347
01.11.2018	0,244	-0,04685	-0,1047	0,002195
01.12.2018	0,225	-0,06585	-0,17055	0,004336
01.01.2019	0,246	-0,04485	-0,2154	0,002012
01.02.2019	0,255	-0,03585	-0,25125	0,001285
01.03.2019	0,291	0,00015	-0,2511	2,25E-08
01.04.2019	0,303	0,01215	-0,23895	0,000148
01.05.2019	0,2845	-0,00635	-0,2453	4,03E-05
01.06.2019	0,2895	-0,00135	-0,24665	1,82E-06
01.07.2019	0,28	-0,01085	-0,2575	0,000118
01.08.2019	0,278	-0,01285	-0,27035	0,000165
01.09.2019	0,323	0,03215	-0,2382	0,001034
01.10.2019	0,29	-0,00085	-0,23905	7,22E-07
01.11.2019	0,299	0,00815	-0,2309	6,64E-05
01.12.2019	0,2795	-0,01135	-0,24225	0,000129
01.01.2020	0,321	0,03015	-0,2121	0,000909
01.02.2020	0,379	0,08815	-0,12395	0,00777
01.03.2020	0,305	0,01415	-0,1098	0,0002
01.04.2020	0,343	0,05215	-0,05765	0,00272
01.05.2020	0,3485	0,05765	0	0,003324
Среднеарифметическое Y	0,29085	Maximum	0	
Стандартное отклонение S	0,0386	Minimum	-0,27035	
Размах R	0,27035			
Нормированный размах R/S	7,003845			
Log(R/S)	0,845337			
Log(N*π/2)	1,497151			
Показатель Херста H	0,56463			

Рис. 2. Расчет показателя Херста динамики временного ряда Z

	z	z-Zcp	Zu	(z-Zcp)^2
01.10.2018	9,8	-12,105	-12,105	146,531
01.11.2018	8,52	-13,385	-25,49	179,1582
01.12.2018	8,36	-13,545	-39,035	183,467
01.01.2019	8,76	-13,145	-52,18	172,791
01.02.2019	8,48	-13,425	-65,605	180,2306
01.03.2019	8,44	-13,465	-79,07	181,3062
01.04.2019	8,14	-13,765	-92,835	189,4752
01.05.2019	8,52	-13,385	-106,22	179,1582
01.06.2019	8,26	-13,645	-119,865	186,186
01.07.2019	8,76	-13,145	-133,01	172,791
01.08.2019	8,64	-13,265	-146,275	175,9602
01.09.2019	26,23	4,325	-141,95	18,70563
01.10.2019	21,32	-0,585	-142,535	0,342225
01.11.2019	19,1	-2,805	-145,34	7,868025
01.12.2019	31,02	9,115	-136,225	83,08323
01.01.2020	57,8	35,895	-100,33	1288,451
01.02.2020	49,24	27,335	-72,995	747,2022
01.03.2020	52,9	30,995	-42	960,69
01.04.2020	43,46	21,555	-20,445	464,618
01.05.2020	42,35	20,445	0	417,998
Среднеарифметическое Z	21,905	Maximum	0	
Стандартное отклонение S	17,2279	Minimum	-146,275	
Размах R	146,275			
Нормированный размах R/S	8,490586			
Log(R/S)	0,928938			
Log(N*π/2)	1,497151			
Показатель Херста H	0,62047			

Рис. 3. Расчет показателя Херста динамики временного ряда Z

Таблица 2. Результаты расчета показателя Херста (константа $\alpha = \pi/2$)

Символ	Период	Ежемесячные данные	
		H	D
ALNU	01.10.2018–01.05.2020	0,6	1,4
YKEN	01.10.2018–01.05.2020	0,56	1,44
YAKG	01.10.2018–01.05.2020	0,62	1,38

Исследование, основанное на фрактальной размерности, представило интересные доказательства, подтверждающие фрактальную природу финансовых временных рядов. Все исследованные рынки выявили наличие долгосрочных трендов в течение всей исследуемой истории временного ряда, то есть за 20 месяцев. Думается, что данная зависимость может быть полезна инвесторам и трейдерам при принятии инвестиционных и торговых решений.

Такие результаты, кажется, доказывают, что концепция Питерса о финансовых рынках не является случайным блужданием, а скорее сочетанием тренда и шума — дробного броуновского движения.

На фоне общего развития фондового рынка России, изучение и исследование его ценовой динамики является высокоперспективным направлением, как минимум для личного анализа и прогнозирования стоимости финансовых активов, в которые планируется вложить свои средства.

В данной работе были проанализированы котировки акций наиболее крупных компаний Республики Саха (Якутия): ОАО «АЛРОСА-Нюрба», публичное акционерное общество «Якутскэнерго», публичное акционерное общество «Якутская топливно-энергетическая компания».

Литература:

1. Биченова Нана, Вычисление показателя Херста для динамики стоимости компании, Transactions. Georgian Technical University. AUTOMATED CONTROL SYSTEMS — № 1(19), 2015, с. 42–45
2. Борисова, Л. В., Сагаева И. Д. Модели оптимального инвестирования: учебно-методическое пособие, Саратов. 2015. URL: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1347.pdf
3. Сизых, Д. С., Сизых Н. В. Показатель Херста как мера фрактальности курсовой стоимости акций в управлении инвестиционными системами, Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2019): труды Двенадцатой междунар. конфер, 1–3 окт. 2019., с. 195–204
4. Эрик Найман. Расчет показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических показателей. URL: http://wealth-lab.net/Data/Sites/1/SharedFiles/doc/forindicators/articles/04_erik_naiman_herst.pdf
5. <https://www.investing.com>

Решение задачи Коши для уравнения продольных колебаний однородного стержня постоянного сечения методом понижения порядка

Пономаренко Артем Николаевич, аспирант
Институт математики НАН Украины (г. Киев, Украина)

В данной статье представлен новый метод решения задачи Коши для линейного уравнения в частных производных первого порядка с постоянными коэффициентами, зависящего от двух переменных, и решение задачи Коши для уравнения продольных колебаний однородного стержня постоянного сечения методом понижения порядка.

Здесь и далее: $u = u(t, x)$, $v = v(t, x)$ — функции двух переменных, $u_t = \frac{\partial u}{\partial t}$, $u_x = \frac{\partial u}{\partial x}$, $u_{tt} = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$, $u_{xx} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$,

$$u_{xt} = \frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x}, \quad \left(e^{\frac{c}{a} x} u(t, x) \right)_t = \frac{\partial}{\partial t} \left(e^{\frac{c}{a} x} u(t, x) \right), \quad \left(e^{\frac{c}{a} x} u(t, x) \right)_x = \frac{\partial}{\partial x} \left(e^{\frac{c}{a} x} u(t, x) \right) \quad \text{— частные производные,}$$

и вообще, для любой функции $F(t, x)$ будем полагать $F_t(t, x) = (F(t, x))_t = \frac{\partial}{\partial t} F(t, x) = \frac{\partial F(t, x)}{\partial t}$,

$F_x(t, x) = (F(t, x))_x = \frac{\partial}{\partial x} F(t, x) = \frac{\partial F(t, x)}{\partial x}$. Символ \Rightarrow будет означать, что из предыдущего уравнения получаем следующее.

Метод решения задачи Коши для линейного уравнения в частных производных первого порядка с постоянными коэффициентами, зависящего от двух переменных.

Данная задача Коши имеет вид [1]:

$$av_x + bv_t + cv = 0, \quad 0 < t < \infty, \quad -\infty < x < \infty, \quad (1)$$

$$v(0, x) = \theta(x), \quad -\infty < x < \infty, \quad (2)$$

где $\theta(x)$ — функция, имеющая первую производную, a, b — вещественные числа, не равные нулю, c — вещественное число.

Ход метода.

С одной стороны, из (1) следует

$$\frac{a}{b}v_x + v_t + \frac{c}{b}v = 0. \quad (3)$$

Умножим (3) на $e^{\frac{c}{b}t}$. Получим

$$\frac{a}{b}v_x e^{\frac{c}{b}t} + v_t e^{\frac{c}{b}t} + \frac{c}{b}v e^{\frac{c}{b}t} = 0. \quad (4)$$

Так как $e^{\frac{c}{b}t} \frac{\partial}{\partial x} v(t, x) = \frac{\partial}{\partial x} \left(e^{\frac{c}{b}t} v(t, x) \right)$, и $v_t e^{\frac{c}{b}t} + \frac{c}{b}v e^{\frac{c}{b}t} = \frac{\partial}{\partial t} \left(e^{\frac{c}{b}t} v(t, x) \right)$, то (4) можно представить в виде

$$\frac{a}{b} \left(e^{\frac{c}{b}t} v(t, x) \right)_x + \left(e^{\frac{c}{b}t} v(t, x) \right)_t = 0. \quad (5)$$

Положим в (5): $e^{\frac{c}{b}t} v(t, x) = \omega(t, x)$. Тогда (5) будет иметь вид $\frac{a}{b}\omega_x + \omega_t = 0$, или

$$\omega_x + \frac{b}{a}\omega_t = 0. \quad (6)$$

Пусть $\phi_1(t, x)$ — произвольное решение (6). Тогда, очевидно, $\phi_1(t, x)e^{-\frac{c}{b}t}$ будет удовлетворять уравнению (1), то есть

$$v(t, x) = \phi_1(t, x)e^{-\frac{c}{b}t}. \quad (7)$$

С другой стороны, из (1) следует

$$\frac{b}{a}v_t + v_x + \frac{c}{a}v = 0. \quad (8)$$

Умножим (8) на $e^{\frac{c}{a}x}$. Получим

$$\frac{b}{a}v_t e^{\frac{c}{a}x} + v_x e^{\frac{c}{a}x} + \frac{c}{a}v e^{\frac{c}{a}x} = 0. \quad (9)$$

Так как $e^{\frac{c}{a}x} \frac{\partial}{\partial t} v(t, x) = \frac{\partial}{\partial t} \left(e^{\frac{c}{a}x} v(t, x) \right)$, и $v_x e^{\frac{c}{a}x} + \frac{c}{a}v e^{\frac{c}{a}x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(e^{\frac{c}{a}x} v(t, x) \right)$, то (9) можно представить в виде

$$\frac{b}{a} \left(e^{\frac{c}{a}x} v(t, x) \right)_t + \left(e^{\frac{c}{a}x} v(t, x) \right)_x = 0. \quad (10)$$

Положим в (10): $e^{\frac{c}{a}x} v(t, x) = \sigma(t, x)$. Тогда (10) будет иметь вид $\frac{b}{a}\sigma_t + \sigma_x = 0$, или

$$\sigma_x + \frac{b}{a}\sigma_t = 0. \quad (11)$$

Пусть $\phi_2(t, x)$ — произвольное решение (11). Тогда, очевидно, $\phi_2(t, x)e^{-\frac{c}{a}x}$ будет удовлетворять уравнению (1), то есть

$$v(t, x) = \phi_2(t, x)e^{-\frac{c}{a}x}. \quad (12)$$

Далее, поскольку уравнения (6) и (11) идентичны, то и их решение относительно ω , или σ , будет одинаковым. Тогда, в данном случае, можно положить

$$\phi_1(t, x) = \phi_2(t, x). \quad (13)$$

Сопоставляя (7) и (12), с учетом (13), находим систему из двух уравнений:

$$v(t, x) = \phi_1(t, x)e^{-\frac{c}{b}t}, \quad (14)$$

$$v(t, x) = \phi_1(t, x)e^{-\frac{c}{a}x}. \quad (15)$$

Приравнявая (14) и (15), находим, что в нашем случае будет выполняться $e^{-\frac{c}{b}t} = e^{-\frac{c}{a}x}$, откуда получаем равенство

$$\frac{c}{b}t = \frac{c}{a}x, \text{ из которого следует}$$

$$x - \frac{a}{b}t = 0. \quad (16)$$

Очевидно, $\phi_1(t, x) = C_1$, где C_1 — произвольная постоянная, будет решением уравнения (6), равно как и решением уравнения (11). В силу произвольности C_1 , можно положить $C_1 = \zeta(0)$, где ζ — произвольная дифференцируемая функция. Таким образом, имеем

$$\phi_1(t, x) = \zeta(0). \quad (17)$$

В силу полученного равенства (16), в решении (17) можно заменить $\zeta(0)$ на $\zeta\left(x - \frac{a}{b}t\right)$, и решение (17) будет иметь вид

$$\phi_1(t, x) = \zeta\left(x - \frac{a}{b}t\right). \quad (18)$$

Поскольку функция ζ — произвольная и дифференцируемая, то далее она может быть определена из условия (2). Подставим (18) в (7). Тогда получим

$$v(t, x) = \zeta\left(x - \frac{a}{b}t\right)e^{-\frac{c}{b}t}. \quad (19)$$

Применяя к (19) начальное условие (2), найдем окончательное решение задачи Коши (1), (2) в виде

$$v(t, x) = \theta\left(x - \frac{a}{b}t\right)e^{-\frac{c}{b}t}. \quad (20)$$

Решение задачи Коши для уравнения продольных колебаний однородного стержня постоянного сечения методом понижения порядка.

Задача Коши для данного уравнения имеет вид [1], [2]:

$$u_{tt} - \alpha^2 u_{xx} = 0, \quad 0 < t < \infty, \quad -\infty < x < \infty, \quad (21)$$

$$u(0, x) = f(x), \quad -\infty < x < \infty, \quad (22)$$

$$u_t(0, x) = g(x), \quad -\infty < x < \infty, \quad (23)$$

где для функций $f(x)$, $g(x)$ существует первая и вторая производная, α — вещественное число, не равное нулю.
Ход метода.

Уравнение (21) можно представить в виде $(u_{tt} - \alpha u_{xt}) + \alpha u_{xt} - \alpha^2 u_{xx} = 0$, и далее, полагая функцию $u(t, x)$ непрерывной по обоим переменным во всей области определения, в виде $(u_{tt} - \alpha u_{xt}) + \alpha u_{tx} - \alpha^2 u_{xx} = 0$, откуда далее, представим его в виде

$$(u_t - \alpha u_x)_t + \alpha (u_t - \alpha u_x)_x = 0. \tag{24}$$

Положим в (24):

$$u_t - \alpha u_x = v(t, x). \tag{25}$$

Тогда (24) будет иметь вид

$$v_t + \alpha v_x = 0. \tag{26}$$

Уравнение (26) есть уравнение вида (1) при $c = 0$, $b = 1$, $a = \alpha$. Согласно формуле (19), его решением будет

$$v(t, x) = \varphi(x - \alpha t), \tag{27}$$

где φ — произвольная функция, имеющая первую и вторую производную, далее подлежащая определению из начальных условий (22), (23). Подставляя найденное решение для $v(t, x)$ из (27) в уравнение (25), находим, что решение уравнения (21) свелось к решению уравнения вида

$$u_t - \alpha u_x = \varphi(x - \alpha t). \tag{28}$$

Таким образом, решение уравнения второго порядка (21) свелось к решению уравнения, подобного уравнению первого порядка вида (1), но с ненулевой правой частью. Далее выполним ряд следующих преобразований

$$\varphi(x - \alpha t) = \frac{1}{2}(\varphi(x - \alpha t) - \varphi(x + \alpha t)) + \frac{1}{2}(\varphi(x - \alpha t) + \varphi(x + \alpha t)), \tag{29}$$

$$\varphi(x - \alpha t) - \varphi(x + \alpha t) = \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_x, \tag{30}$$

$$\varphi(x - \alpha t) + \varphi(x + \alpha t) = -\frac{1}{\alpha}(-\alpha(\varphi(x - \alpha t) + \varphi(x + \alpha t))). \tag{31}$$

Так как

$$\left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t = -\alpha\varphi(x - \alpha t) - \alpha\varphi(x + \alpha t) = -\alpha(\varphi(x - \alpha t) + \varphi(x + \alpha t)), \tag{32}$$

то подставляя (32) в (31) находим

$$\varphi(x - \alpha t) + \varphi(x + \alpha t) = -\frac{1}{\alpha} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t. \tag{33}$$

Подставляя (30) и (33) в (29) находим

$$\varphi(x - \alpha t) = \frac{1}{2} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_x - \frac{1}{2\alpha} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t. \tag{34}$$

Далее, подставляя (34) в (28) находим

$$u_t - \alpha u_x = \frac{1}{2} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_x - \frac{1}{2\alpha} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t. \tag{35}$$

С уравнением (35) проведем следующие очевидные преобразования

$$u_t + \frac{1}{2\alpha} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t - \alpha u_x - \frac{1}{2} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_x = 0, \Rightarrow$$

$$u_t + \frac{1}{2\alpha} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t - \alpha \left(u_x + \frac{1}{2\alpha} \left(\int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_x \right) = 0, \Rightarrow$$

$$u_t + \left(\frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t - \alpha \left(u_x + \left(\frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_x \right) = 0, \Rightarrow$$

$$\left(u + \frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_t - \alpha \left(u + \frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right)_x = 0. \quad (36)$$

Уравнение (36) есть частный случай уравнения (1) при $c = 0$, $b = 1$, $a = -\alpha$, если его рассматривать относительно функции $u + \frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi$. Выполняя в уравнении (36) замену

$$u + \frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi = \rho(t, x), \quad (37)$$

представим его в виде

$$\rho_t - \alpha \rho_x = 0. \quad (38)$$

Исходя из решения (20) задачи Коши (1), (2), решение уравнения (38) имеет вид

$$\rho(t, x) = \psi(x + \alpha t), \quad (39)$$

где ψ — произвольная функция, имеющая первую и вторую производную, в дальнейшем подлежащая определению из начальных условий (22), (23). Таким образом, приравнявая (37) и (39) находим, что

$$u + \frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi = \psi(x + \alpha t). \quad (40)$$

Очевидно, что уравнение (21) будет равносильно уравнению $u_{tt} - (-\alpha)^2 u_{xx} = 0$, и проведя аналогичные рассуждения, заменив α на $-\alpha$, получим еще одно решение, подобное (40):

$$u + \frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi = \psi(x - \alpha t), \quad (41)$$

так как интеграл слева в (40), при замене α на $-\alpha$, остается прежним. Складывая (40) и (41), получим

$$2 \left(u + \frac{1}{2\alpha} \int_{x+\alpha t}^{x-\alpha t} \varphi(\xi) d\xi \right) = \psi(x + \alpha t) + \psi(x - \alpha t). \quad (42)$$

Из (42) элементарными преобразованиями получаем

$$u(t, x) = \frac{1}{2} (\psi(x + \alpha t) + \psi(x - \alpha t)) + \frac{1}{2\alpha} \int_{x-\alpha t}^{x+\alpha t} \varphi(\xi) d\xi. \quad (43)$$

Применяя начальные условия (22), (23) к решению (43), найдем окончательное решение задачи Коши (21)-(23) в виде

$$u(t, x) = \frac{1}{2} (f(x + \alpha t) + f(x - \alpha t)) + \frac{1}{2\alpha} \int_{x-\alpha t}^{x+\alpha t} g(\xi) d\xi.$$

Литература:

1. С. Фарлоу. Уравнения с частными производными для научных работников и инженеров, издательство «Высшая школа», Москва, (1985) — 384 с.
2. Н. С. Кошляков, Э. Б. Глинер, М. М. Смирнов. Уравнения в частных производных математической физики, издательство «Высшая школа», Москва, (1970) — 712 с.

Методические приемы формирования информационной компетенции обучающихся по математике в школе

Саркисян Татьяна Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент;
Пихотина Татьяна Викторовна, студент магистратуры
Сургутский государственный педагогический университет

В статье на основе анализа научной и методической литературы раскрыто понятие, информационная компетенция, представлен алгоритм формирования результативного формирования информационной компетенции, обоснован комплекс методических приёмов для формирования и развития информационной компетенции, приведены примеры использования методических приёмов в обучении математике в школе.

Ключевые слова: информационная компетенция, формирование информационной компетенции, комплекс методических приёмов, обучение математике в школе.

Большое количество исследований в области компетенции, практика показывает, что проблема сформированности информационной компетенции на уроках математики остается не в полном объеме решенной. Концепция модернизации российского образования поставила перед общеобразовательной школой ряд задач, одна из которых — формирование ключевых компетенций, определяющих современное качество содержания образования.

Информационная компетенция, так же, как и любая другая носит деятельностную направленность. Исходя из самого понятия «информационная» можно сделать вывод, что данная компетенция направлена на формирование и проявление деятельности, имеющей взаимосвязь с информацией и информационными процессами.

Мы считаем, что информационная компетенция — это способность позволяющая получить и сформировать новый уровень знаний, необходимый для дальнейшей деятельности по выстраиванию диалоговых связей с окружающими людьми. В данной формулировке хотелось бы уточнить понятие сущности при формировании информационной компетенции. Если рассматривать понятие сущность относительно человека, то можно сказать, что сущность — это индивидуальность личности, выраженная в психотипе человека, модели его поведения в обществе и в стремлении усовершенствовать имеющиеся знания.

Сопоставив понимание понятия сущность и выделенного определения информационная компетенция, можно прийти к существенным выводам:

- 1) сущность информационной компетенции — модель личностного поведения человека, которая влияет на дальнейшую деятельность при получении знаний и расстановке приоритетов из всего потока информации для выделения конкретной компетенции, заданной по условию;
- 2) информационная деятельность — это форма позволяющая достигать информационной компетенции, не обращая внимания на посторонние факторы;
- 3) форма существования информационной компетенции — это тесная взаимосвязь с познанием, коммуни-

кационными сферами и основой информационной компетенции через интегрированные формы;

4) если один из трёх ранее перечисленных факторов исключить из деятельности человека, то информационная компетенция будет продолжать своё существование, так как качества личности сохраняются независимо от условий, что позволит существование информационной деятельности.

При обучении информационная компетенция может быть представлена в нескольких ключевых пониманиях [2]:

1. Как компетенция формирующая личность;
2. Как основа для формирования иных компетенций независимо от культуры и сферы профессиональной деятельности;
3. Как инструмент выполнения деятельности, основанной на других компетенциях.

С активным развитием и возрастанием спроса на информационную компетенцию при подготовке обучающихся можно выделить шаги результативного формирования компетенции [3].

Необходимо отметить, что представленный алгоритм, описывает состав и структуру информационной компетенции.

Чтобы информационная компетенция формировалась и развивалась важно соблюдать принципы построения учебной деятельности: системность, доступность, наглядность, наличие цели, проблемы и метапредметной связи.

Рассмотрим комплекс методических приёмов для формирования и развития информационной компетенции [1]:

1. Кейс-технология — технология обучения, выстроенная на проблемной ситуации и позволяющая сформировать у обучающегося знания, умения и компетенции по решению реальной или смоделированной проблемы в определенной профессиональной сфере деятельности.
2. Творческое задание — деятельность, направленная на креативное мышление и реализацию идеи, которая обладает некой информативностью, новизной и оригинальностью.



Рис. 1. Алгоритм формирования информационной компетенции

3. Игровая деятельность — доступная форма усвоения материала, повышающая эмоциональность, мышление, активность, систематизирует знаний и умения, даёт возможность решить задачу повышенного уровня без затруднения.

4. Система Зайцева или же более стандартное и традиционное название устный счёт — комплекс материалов по обучению не только математике, но и чтению, каллиграфии, русскому и английскому языку.

1	239,5	1,735	16,12	22,33	2,162
	<u>-98,6</u>	<u>0,537</u>	<u>-3,47</u>	<u>-6,48</u>	<u>0,579</u>

Рис. 2. Карточка по системе Зайцева

5. Мозговой штурм — метод нахождения выхода из сложившейся проблемной ситуации через взаимодействие в группе, творческую деятельность, нахождение вариантов и способов решения, отбор наиболее качественных и практичных вариантов, то есть анализ.

6. Синквейн — творческий приём для более качественного запоминания информации в стихотворной форме через выделение аналогий и основной сути.

7. Кластер — приём позволяющий систематизировать полученную информацию в виде схематического рисунка и обозначить смысловые единицы.

8. Публичное выступление

9. Работа с текстом

Проанализировав многообразие литературных источников относительно понятия информационная компе-

тенция, можно утверждать, что все они имеют общую связь относительно знаний, умений и навыков работать с информацией.

В нашей статье информационная компетенция направлена на рассмотрение способностей самостоятельного поиска, анализа, передачи обработанной информации по средствам сотрудничества и групповой работы и готовность к постоянному саморазвитию не зависимо от внешних факторов.

Рассмотрены и применяются на практике комплекс приёмов, методов и технологий для работы в направлении формирования и развития информационной компетенции. Особое внимание на уроках уделяется системе Зайцева и приёму составления кластера, так как производится упорядочивание информации.

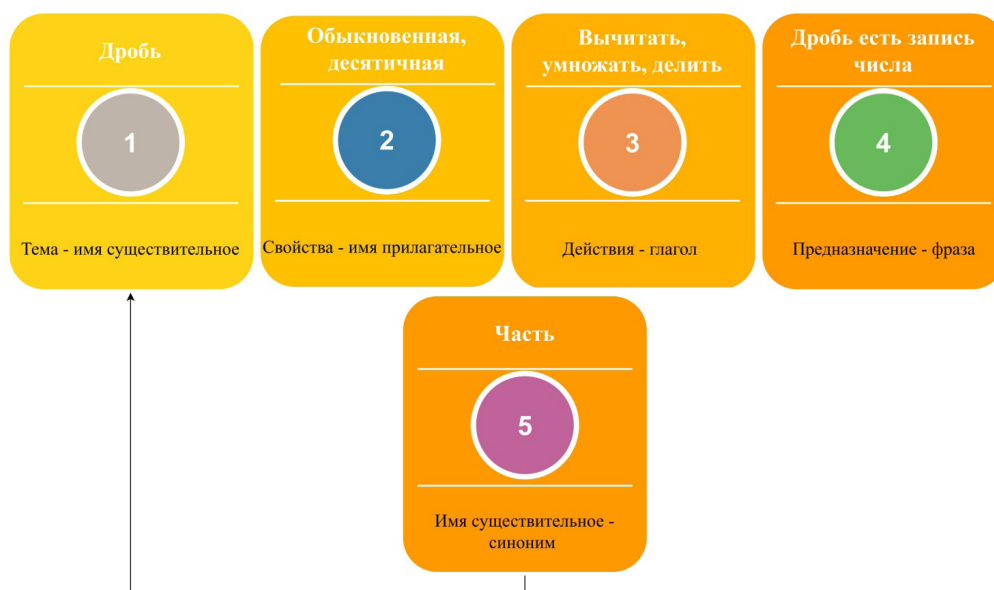


Рис. 3. Алгоритм составления синквейна на примере математического понятия «Дробь»

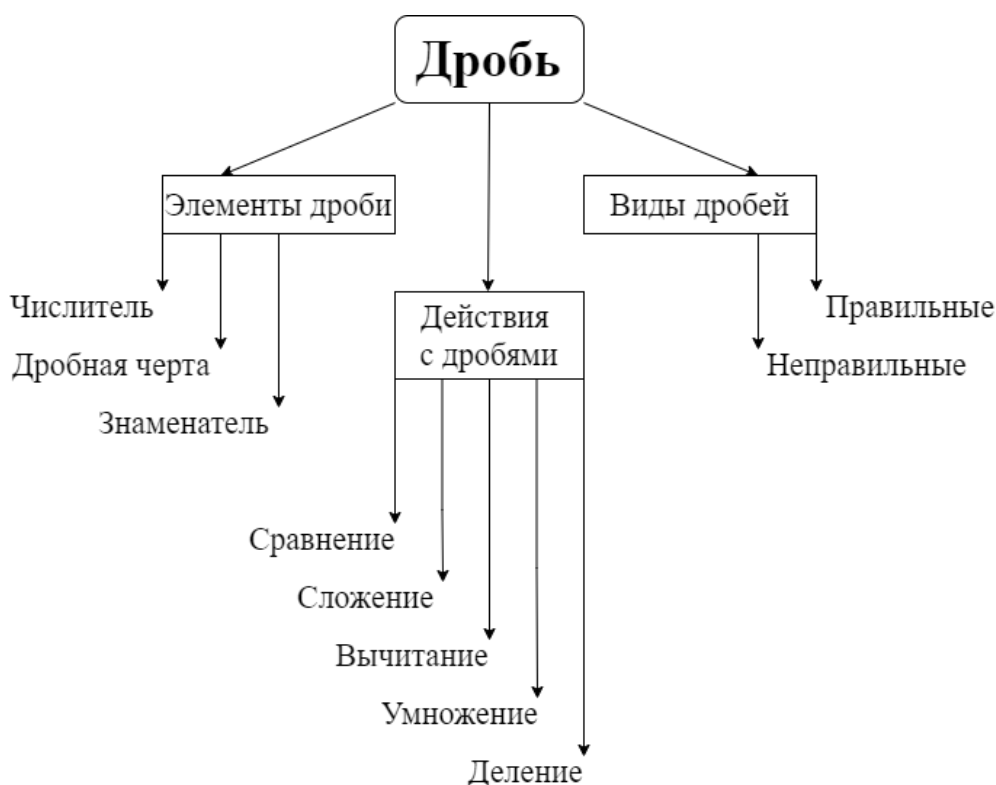


Рис. 4. Образец составления кластера на примере математического понятия «Дробь»

Литература:

1. Жигатова, М. М. Теоретические основы формирования информационной компетентности у школьников // Мир науки, культуры, образования. — 2016. — № 1 (56). — с. 21–24.
2. Кондурар, М. В. Понятия компетенция и компетентность в образовании // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. — 2012. — № 1. — с. 189–192.
3. Рассказов, Ф. Д., Митющенко Е. В. Сущность, содержание и компоненты информационной компетенции студента педагогического направления // Современные проблемы науки и образования. — 2017. — № 5.

Разработка приложения для решения задачи о максимальном потоке

Сизова Валентина Владимировна, студент магистратуры;
Сухан Ирина Владимировна, старший преподаватель
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

В статье представлена процесс разработки пользовательского приложения, решающего задачу поиска максимального потока алгоритмами Форда-Фалкерсона и Эдмонса-Карпа.

Ключевые слова: теория графов, задача поиска максимального потока, разработка приложений.

Теория графов — универсальный инструмент, на основе которого могут решаться различные задачи, в том числе задачи поиска наилучшего с какой-либо точки зрения распределения узлов и дуг для получения или максимального «выигрыша» или минимального «проигрыша». Алгоритмы экстремальных задач на графах фактически являются одним из инструментов системного анализа.

Теория графов работает с довольно большим объемом данных. Алгоритмы, непосредственно обрабатывающие эти данные, также являются довольно громоздкими, так как представляют из себя последовательность действий, где текущий шаг необязательно зависит от предыдущего. Следствием этого является невозможность быстро определить, привело ли решение к верному ответу или нет, и на какой итерации была совершена ошибка.

Исходя из этих предпосылок, была поставлена цель: разработать программный продукт, который будет решать задачу о нахождении максимального потока. При этом полезно предусмотреть возможность вывода промежуточного решения, полученного на i -той итераций алгоритма. Программа должна работать с достаточно большим объемом информации, обрабатывать его в минимальный промежуток времени, иметь интерфейс, который был бы интуитивно понятен пользователю и прост в использовании.

Продукт реализует на платформе Microsoft Visual Studio 2019 (языки разработки C++ и C#) алгоритмы Форда-Фалкерсона и Эдмонса-Карпа, решающие задачу поиска максимального потока. Так как целью работы являлась разработка интерфейсного приложения, то для комфортной работы пользователя будет предлагаться несколько способов ввода данных. Вывод данных производится на интерфейс, с соответствующими пояснениями. В продукте также возможен вывод промежуточного значения на i -той итерации алгоритма, а так же очищение всех полей ввода данных.

Для реализации были выбраны следующие алгоритмы.

Алгоритм Форда-Фалкерсона является одним из самых распространенных алгоритмов решения задачи нахождения максимального потока в транспортной сети. Алгоритм имеет непосредственную связь с теоремой Форда-Фалкерсона: для любой сети с одним источником и одним стоком величина максимального потока в сети от источника к стоку равна величине пропускной способности (минимального разреза).

Алгоритм Форда-Фалкерсона основан на следующих теориях:

1. Предположим, что в сети имеется некоторый поток и путь из s в t , состоящий из ненасыщенных дуг (дуга является ненасыщенной, когда пропускная способность не равна (меньше) потока по сети). Очевидным будет то, что поток в сети можно увеличить на величину Δ , минимальную из остаточных пропускных способностей дуг, входящих в этот путь. Перебирая все возможные пути из s в t и проводя процедуру увеличения потока, пока это возможно, получим в результате полный поток, то есть такой поток, для которого поток из s в t содержит по крайней мере одну насыщенную дугу.

Рассмотрим произвольный маршрут из s в t . Дуги, образующие этот маршрут, естественным образом делятся на прямые (от s в t) и обратные (от t в s). Пусть существует путь, в котором прямые дуги не насыщены, а потоки в обратных дугах положительны. Пусть Δ_1 — минимальная из остаточных пропускных способностей прямых дуг, а Δ_2 — минимальная их величин потоков обратных дуг. Тогда поток в сети можно увеличить на величину $\Delta = \{\min \Delta_1, \Delta_2\}$, прибавляя Δ к потокам на прямых дугах и вычитая Δ из потоков на обратных дугах.

Очевидно, что при этом условии сохранения потока

$$\sum_{x_j \in S_{\text{пр}}(x_i)} \varphi(x_i, x_j) = \sum_{x_j \in S_{\text{обр}}(x_i)} \varphi(x_i, x_j)$$

для узлов, входящих в рассматриваемый маршрут, не нарушится. Если множество обратных дуг не пусто, то при такой процедуре увеличения потока в сети фактического перемещения объектов вдоль рассматриваемого маршрута не

происходит, так как оно в принципе невозможно. Однако эта процедура уменьшает потоки на некоторых дугах, которые, возможно, были перед этим насыщенными, образуя таким образом новые пути из ненасыщенных дуг, вдоль которых и происходит фактические перемещения потока величины Δ . Ясно также, что первая процедура является частным случаем второй.

Получена авторская программная реализация алгоритма:

```

onEnd [EdgCount] = v;
nextEdg [EdgCount] = firstEdg [u];
firstEdg [u] = EdgCount; // началом списка становится новое ребро
capacity [EdgCount++] = cap; // определяем пропускную способность
// Обратное ребро
onEnd [EdgCount] = u; // на конце обратного u
nextEdg [EdgCount] = firstEdg [v]; // добавляем в начало списка для v
firstEdg [v] = EdgCount; // началом списка становится новое ребро
capacity [EdgCount++] = 0; // определяем пропускную способность
int findFlow (int u, int flow) {
if (u == destinationVertex) return flow; // возвращаем полученный минимум
visited [u] = true;
for (int Edg = firstEdg [u]; Edg != -1; Edg = nextEdg [Edg]) {int to = onEnd [Edg];
if (!onEnd [Edg] && firstEdg [u] >> 0) {
// ищем поток в поддереве
int minResult = findFlow(to, min(flow, capacity [Edg]));
if (minResult > 0) {
capacity [Edg] -= minResult;
capacity [Edg ^ 1] += minResult;
return 0;}
int main() {
fill(firstEdg, firstEdg + MAX_V, -1); // определяем существование ребра
cin >> numOfVertex >> numOfEdg; // считываем количество вершин и ребер
cin >> sourceVertex >> destinationVertex; // считываем источник и сток
for (int i = 0, u, v, cap; i) { cin >>> u >>>>>>> v >>>>>>>>> крышка; addEdg(u, v, cap); }
// Нахождение максимального потока
int maxFlow = 0;
int iterationResultt = 0;
while ((iterationResultt t = findFlow(sourceVertexx, INF)) > 0) { fill(visited, visited + MAX_V, false);
maxFlow += iterationResultt;}

```

Алгоритм Эдмондса–Карпа является более углубленной реализацией метода Форда–Фалкерсона, в которой в качестве дополняющего пути выбирается кратчайший по рёбрам путь в остаточной сети (длины всех рёбер равны 1).

Остаточная пропускная способность $\frac{3}{4}$ пропускная способность ребра за вычетом текущего потока вдоль этого ребра. При этом если некоторый поток протекает по ориентированному ребру, то возникает так называемое обратное ребро (направленное в обратную сторону), которое будет иметь нулевую пропускную способность, и по которому будет протекать тот же по величине поток, но со знаком минус. Если же ребро было неориентированным, то оно как бы распадается на два ориентированных ребра с одинаковой пропускной способностью, и каждое из этих рёбер является обратным для другого (если по одному протекает поток F , то по другому протекает $-F$).

Общая схема алгоритма Эдмондса–Карпа такова. Полагаем поток равным нулю. Затем ищем дополняющий путь, т. е. простой путь из s в t по тем рёбрам, у которых остаточная пропускная способность строго положительна. Если дополняющий путь был найден, то производится увеличение текущего потока вдоль этого пути. Если же пути не было найдено, то текущий поток является максимальным. Для поиска дополняющего пути могут использоваться обход в ширину и обход в глубину.

Рассмотрим подробнее процедуру увеличения потока. Пусть мы нашли некоторый дополняющий путь, тогда пусть c $\frac{3}{4}$ наименьшая из остаточных пропускных способностей рёбер этого пути. Процедура увеличения потока заключается в следующем: для каждого ребра (u, v) дополняющего пути выполним: $F(u, v) += C$, $F(v, u) = F(-u, v)$ (или, что то же самое, $F(v, u) -= C$).

Величиной потока будет сумма всех неотрицательных величин $F(S, v)$, где v $\frac{3}{4}$ любая вершина, соединённая с истоком.

Полученная авторская программная реализация алгоритма:

```
//найти путь приращения в остаточном графе
bool path(int u, int v)
{ queue<int> O;
  int C, F;
  for(int i = 0; i < n; i++) p [i] = -1;
  O.push(u);
  p [u] = u;
  while(!O.empty())
  { x = O.front(), O.pop();
    if(x == v) return true;
    for(int i=last [x]; i!= - 1; i=prev [i])
    { y = to [i];
      F = f [i];
      C = c [i];
      if(p [y] == -1 && C > F)
      { p [y] = x;
        Edg [y] = i;
        O.push(y);
        return false;}
    // увеличение потока
    int send(int u, int v)
    { bottleneck = INF;
      int x, y, index, sym;
      y = v;
      while(p [y]!= y)
      { x = p [y];
        index = Edg [y];
        bottleneck = (bottleneck > c [index]-f [index]? c [index]-f [index]: bottleneck);
        y = x;}
      y = v;
      while(p [y]!= y)
      { x = p [y];
        index = Edg [y];
        f [index] += bottleneck;
        f [index^ 1] -= bottleneck;
        y = x; }
      return bottleneck;}
  }
```

Перечислим основные процедуры и функции, реализующие работу приложения:

function FF(Mass:Matrix); ¼ функция, решающая задачу алгоритмом Форда-Фалкерсона.

function EK(Mass:Matrix); ¼ функция, решающая задачу алгоритмом Эдмонса–Карпа.

Function List(); ¼ функция, очищающая поля ввода данных на интерфейсе.

Function RItt(i:Integer); ¼ функция возвращающая промежуточные данные по алгоритму.

Function Iflag(flag:Integer); ¼ функция отображающая кнопку «Пуск» на форме.

Возвращаемые значения:

RVes; ¼ максимальная величина потока.

RMass; ¼ ребра, образующие разрез минимальной пропускной способности.

RReb; ¼ количество итераций алгоритма.

delta; ¼ величина, на которую увеличивается поток в сети.

RReb; ¼ список вершин.

Разработанный пользовательский интерфейс выглядит следующим образом:



Рис. 1. Главное окно программы

Данные загрузим в программу из текстового файла *.txt. Алгоритм представленный в тестировании — Алгоритм Форда-Фалкерсона.

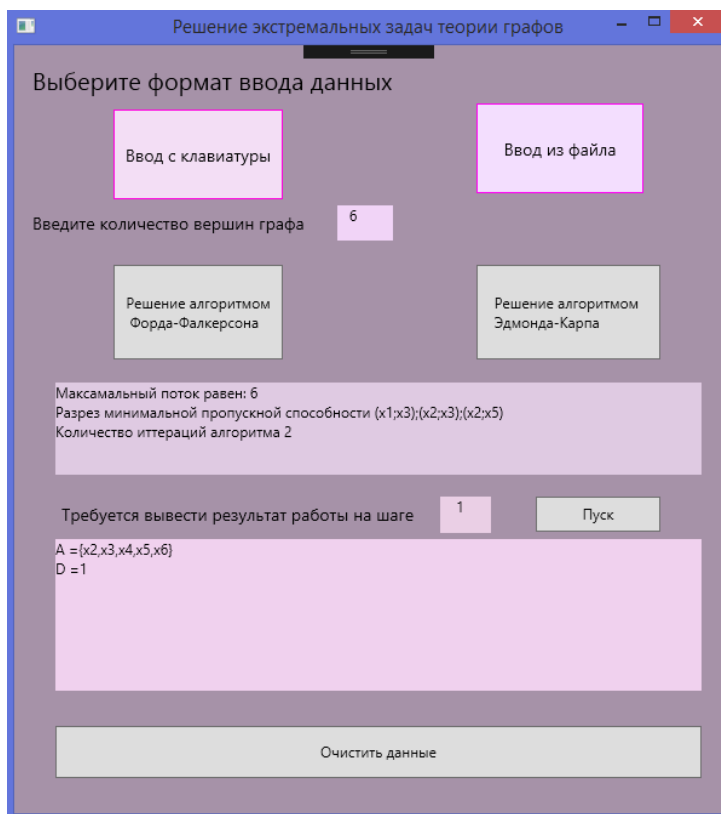


Рис. 2. Пример работы

В процессе работы была реализована программа, имеющая пользовательский интерфейс и работающая с алгоритмами, решающими задачу нахождения максимального потока графа.

На стадии разработки и отладки были обнаружены и решены следующие проблемы:

1. Проверка на корректность вводимых параметров.

Количество вершин в графе число целое и ограничено размерностью 100. Данное условие не является жестким, и ограничивает пространство решаемых задач в связи с временем отработки алгоритмов. Также рекомендуется для графов с количеством вершин более 20 использовать ввод данных из текстового файла.

2. Оптимизация интерфейса.

Для комфортности пользовательского интерфейса и чтобы избежать перегрузки формы различными объектами, сбивающими пользователя, было реализовано следующее решение. Кнопка для вывода данных на какой-либо итерации алгоритма появляется на форме только после отработки выбранного алгоритма. Для этого в тексте кода реализован флаг, делающий данную опцию доступной.

3. Перенос разработанных программ в полноценное интерфейсное приложение.

Реализация алгоритмов для данного продукта была произведена ранее на языке C++. Поскольку и язык C++ и язык C# относятся к Си-подобным языкам, первоначально считалось, что интеграция произойдет легко и безболезненно. Однако возникли следующие проблемы: передача данных с клавиатуры требовала отдельного внимания в связи с особенностями объекта «TextBlock». Также было решено добавить возможность очищения всех полей, доступных для ввода.

Чтобы использовать данную программу, необходимы следующие вычислительные ресурсы ПК:

- процессор: Pentium x86 и выше,
- видеокарта: любая с видеопамятью от 16Мб,
- минимальный объем ОЗУ: 128Мб, рекомендуется 256Мб и выше,
- жесткий диск: программа занимает около 5Мб на жестком диске,
- ОС: Windows 7 и выше,
- мышь и клавиатура.

Продукт прошел стадии разработки, отладки, тестирования и готов к стадии production. Рекомендуется к использованию для самообучения и самопроверки знаний студентов учебных заведений.

ФИЗИКА

Существование черных дыр во Вселенной

Бикмухаметов Максим Викторович, студент;

Житников Денис Сергеевич, студент

Омский государственный технический университет

В статье рассмотрены такие космические объекты как черные дыры, приведено их определение, освещено их влияние на пространственно-временной континуум. Также определены причины появления и способы их обнаружения. Смоделирована ситуация свободного падения тела в черную дыру. Данный процесс описан как со стороны объекта, попадающего за горизонт событий, так и со стороны наблюдателя.

Ключевые слова: черная дыра, звезда, галактика, Вселенная.

Во Вселенной существует бесчисленное количество космических объектов. Некоторые из них могут оказывать огромное влияние на пространство вокруг себя, одними из таких являются черные дыры.

Наука, которая изучает принципы физики и химии, физические процессы в астрономических объектах, таких как звёзды, галактики, экзопланеты и т. д., называется астрофизикой.

Черная дыра — область пространства-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света. Граница этой области называется горизонтом событий. В простейшем случае сферически симметричной чёрной дыры он представляет собой сферу с радиусом Шварцшильда, который считается характерным размером чёрной дыры [1].

Обнаружение черных дыр является трудной задачей в настоящее время, так как они не излучают свет и обнаружить их можно только по косвенным признакам.

Целью настоящей работы является:

- изучение методов обнаружения черных дыр;
- рассмотрение основных причин возникновения черных дыр;
- выяснение, что произойдет с телом при попадании в черную дыру.

На данный момент учёными обнаружено около тысячи объектов во Вселенной, которые причисляются к чёрным дырам. Всего же, предполагают учёные, существуют десятки миллионов таких объектов [2].

В настоящее время единственный достоверный способ отличить чёрную дыру от объекта другого типа состоит в том, чтобы измерить массу и размеры объекта и срав-

нить его радиус с гравитационным радиусом, который задаётся формулой:

$$R_g = \frac{2GM}{c^2},$$

где G - гравитационная постоянная ($6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$);

M - масса объекта, кг;

c - скорость света, м/с.

Одним из способов обнаружения черных дыр является обращающиеся вокруг них газопылевые облака. Излучение от газопылевых облаков можно наблюдать в рентгеновском диапазоне, поскольку, вращаясь вокруг черной дыры, газопылевые облака нагреваются до очень высоких температур. По излучению можно измерить массу объекта в центре вращения, а уже по массе сделать вывод, является ли этот объект черной дырой [3].

Другим способом обнаружения черных дыр является метод гравитационного возмущения. Таким образом, наличие черной дыры можно определить по гравитационному влиянию на окружающие тела, изменяющему траектории движения космических объектов. Например, расхождение расчетной траектории движения планеты вокруг некоторой звезды с фактической может указать о наличии массивного объекта, оказывающего влияние на траекторию планеты. Черные дыры же могут исказить траекторию огромных облаков газа и звезд.

Также в обнаружении черной дыры может помочь такое явление, как гравитационное линзирование, т. е. свет, находящийся вблизи черной дыры, будет изменять траекторию, искажаясь и огибая космическое тело (рис. 1.).

Крупнейшие известные черные дыры в данный момент представлены в табл. 1.

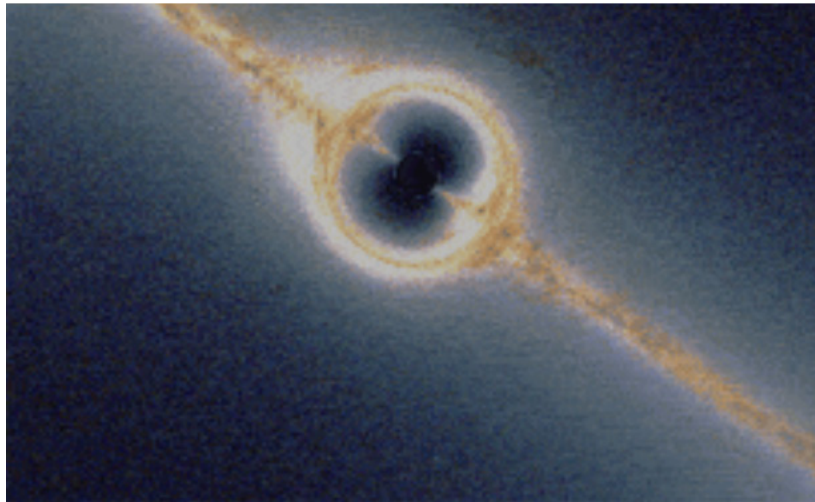


Рис. 1. Модель огибания светом черной дыры

Таблица 1. Крупнейшие черные дыры

Название	Масса, относительно Солнца (масса Солнца = 1)
TON 618	$6,6 \cdot 10^{10}$
IC 1101	$(4 - 10) \cdot 10^{10}$
S5 0014+81	$4 \cdot 10^{10}$
SDSS J102325.31+514251.0	$(3,31 \pm 0,61) \cdot 10^{10}$
H1821+643	$3 \cdot 10^{10}$
NGC 6166	$3 \cdot 10^{10}$
APM 08279+5255	$2,3 \cdot 10^{10}$
NGC 4889	$(2,1 \pm 1,6) \cdot 10^{10}$
Центральная чёрная дыра скопления Феникса	$2 \cdot 10^{10}$
SDSS J074521.78+734336.1	$(1,95 \pm 0,05) \cdot 10^{10}$

В настоящее время в астрофизике существуют две реалистичные причины появления черных дыр и две гипотетические, рассмотрим реалистичные.

Гравитационный коллапс очень массивной звезды или части галактики. Звезда, утратившая энергию своих термоядерных реакций, имеющая массу более трёх солнечных может превратиться в нейтронную звезду и, если она превысит верхний предел массы невращающейся нейтронной звезды, то превратится в черную дыру. По гипотезе ученых данный процесс может протекать не только со звездой, но и с частью галактики.

Рассмотрим ситуацию, при которой тело свободно падает в черную дыру. Известно, что при уменьшении расстояния до центра черной дыры её влияние на пространственно-временной континуум увеличивается. В зависимости от расстояния до центра пространство и время искажаются в различной степени, таким образом, достигнув горизонта

событий объект с точки зрения наблюдателя бесконечно замедлится и будет растянут в одном направлении и сжат в другом. Для объекта и наблюдателя картины будут различаться. С точки зрения объекта в данной ситуации время не замрет на одном месте. По гипотезе при пересечении горизонта событий на объект будет действовать бесконечная гравитация и, даже двигаясь со скоростью света, покинуть черную дыру ему не удастся [4].

Такие сверхмассивные гравитационные объекты как черные дыры сложно определить среди множества других космических тел. До сих пор не ясны многие явления, связанные с существованием черных дыр. До конца не понятно, какое влияние они оказывают непосредственно на человечество сейчас, но очевидно, что такие объекты могут представлять опасность при условии возникновения вблизи Солнечной системы. Многие вопросы в этой области еще предстоит изучить.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

1. Обнаружение черных дыр весьма затруднительно, они не излучают свет, поэтому для их обнаружения используют косвенные методы.

2. Реалистичными причинами возникновения черных дыр являются схлопывание нейтронных звезд или частей галактик под собственной тяжестью.

3. Модель ситуации попадания объекта в черную дыру показывает, что покинуть черную дыру невозможно.

Литература:

1. Шапиро, С. А., Тьюколски С. А. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды: в 2-х ч. Ч. 2. Пер. с англ. - М.: Мир, 1985, 257-656 с., ил.
2. Robert, M. Wald. General Relativity. - University of Chicago Press, 1984. - 506 с.
3. Новиков, И. Д., Фролов В. П. Физика Черных дыр. - М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.- 328 с.
4. Свободная энциклопедия Википедия: Черная дыра [Электронный ресурс], — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Черная_дыра, свободный. — Загл. с экрана.

Материал для полупроводниковых детекторов

Мясников Михаил Константинович, инженер по наладке и испытаниям
 ООО «Завод приборов и средств автоматизации «ЭлеСи» (г. Томск)

Полупроводниковый детектор представляет собой прибор для регистрации ионизирующего излучения, строение подобно ионизационной камерой, где в пространстве между электродами находится твердый диэлектрик (рис. 1). Прохождение заряженной частицы возбуждает в чувствительной области детектора неравновесные носители заряда. Движение дырок и электронов

к электродам в чувствительной области создается путем подачи внешнего напряжения и появлением электрического поля в чувствительной области. После дрейфа носителей заряда на катоде и аноде накапливается заряд пропорциональный величине, пройденной неравновесными зарядами разности потенциалов в чувствительной области детектора.

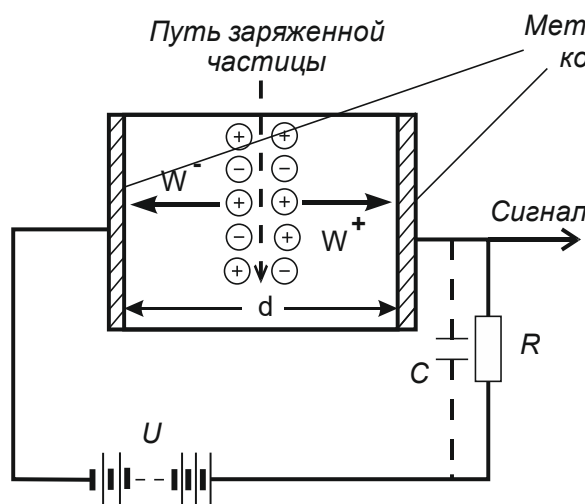


Рис. 1. Схема включения полупроводникового детектора [1]

Получение наилучших характеристик детектора зависит от выбора материала для чувствительной области. Долговечность работы детектора, получение сигнала пропорционально потерянной энергии, в чувствительном объеме материала, уменьшение времени сбора заряда характеризуется параметрами полупроводникового материала, выбранного в качестве чувствительного объема, полупроводник должен соответствовать следующим характеристикам [2]:

1. Среднее значение энергии, затраченное на возбуждение одной пары носителей заряда должно быть мало. Таким образом ионизирующее излучение создаст большее количество неравновесных носителей, что уменьшит флуктуацию, которая определяет предел энергетического разрешения камеры.

2. Малой вероятностью захвата носителей и их рекомбинацией. Полный собранный заряд напрямую за-

висит от количества носителей заряда, которые достигли электродов. Количество собранного заряда соответствует энергетическому разрешению и влияет на статистические флуктуации.

3. Большой и близкой по величине подвижностью носителей обоих знаков. Чем выше подвижность, тем меньше время сбора носителей и тем лучше разрешающее время. Если значения подвижности носителей близки по величине, то амплитуда сигнала от такого детектора не будет зависеть от места образования носителей.

4. Большим удельным электрическим сопротивлением. При подаче разности потенциалов через кристалл потечет ток, который пропорционален электропроводности материала и определяет уровень собственных шумов сенсора.

5. Высокий атомный номер

6. Большая ширина запрещенной зоны (для усиления радиационной стойкости)

В таблице 1 перечислен ряд материалов, которые применяются для изготовления детекторов, и приведены их основные свойства.

Таблица 1. Полупроводниковые материалы для детекторов [2]

Материал	Si	Ge	CdTe	$Cd_{0,9}Zn_{0,1}Te$	GaAs	-Se
Средний атомный номер	14	32	50	49,1	32	34
Плотность, г/см ³	2,33	5,33	5,85	5,78	5,32	4,3
Ширина запрещенной зоны, эВ	1,12	0,67	1,5	1,572	1,43	2,3
Энергия образования одной пары, эВ	3,62	2,95	4,43	4,64	4,2	7
Удельное сопротивление, Ом см	$<10^4$	50	10^9	$3-10^{10}$	10^7	10^{12}
Подвижность электронов, см ² /В с	1400	3900	1100	1000	8000	0,005
Время жизни электронов, с	$>10^{-3}$	$>10^{-3}$	$3-10^{-6}$	$3-10^{-6}$	10^{-8}	10^{-6}
Произведение подвижности на время жизни электр., см ² /В	>1	>1	$3,3-10^{-3}$	$3-10^{-3}$	$8-10^{-5}$	$5-10^{-9}$
Подвижность дырок, см ² /В с	480	1900	100	50-80	400	0,14
Время жизни дырок, с	$2-10^{-3}$	10^{-3}	$2-10^{-6}$	10^{-6}	10^{-7}	10^{-6}
Произведение подвижности на время жизни дырок, см ² /В	~ 1	>1	$2-10^{-4}$	$5-10^{-5}$	$4-10^{-6}$	$1,4-10^{-7}$

По данным, представленным в таблице, видно, что у материалов кремния и германия высокие значения времени жизни носителей заряда в сравнении с другими полупроводниковыми материалами, но имеют определенные недостатки, что ограничивает их использование в детекторах. Существенным недостатком кремния как материала для детекторов является низкий атомный номер, что является проблемой для детектирования гамма- и рентгеновских лучей. У германия атомный номер выше, чем у кремния, но для нормальной работы с маленькими токами материал нужно охладить. Из-за не оптимальной ширины запрещенной зоны тепловой

ток генерации, который мешает сбору полезного заряда. У элементарных полупроводников малая радиостойкость, что также влияет на длительность работы с ионизирующими излучениями.

На данный момент популярность набирают бинарные и тройные соединения такие как: кристаллы теллурида кадмия и цинка — (CdZnTe), теллурид кадмия (CdTe), арсенид галлия (GaAs). Первые два полупроводника имеют высокую стоимость и отсутствие технологии изготовления монокристаллов для коммерческого использования, поэтому арсенид галлия является перспективным дешевым и эффективным материалом.

Литература:

1. Абрамов, А. И. Основы экспериментальных методов ядерной физики / А. И. Абрамов, Ю. А. Казанский, Е. С. Матусевич. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.:Атомиздат, 1977. — 528 с.
2. Гаман, В. И. Физика полупроводниковых приборов / В. И. Гаман. — Томск: Изд-во НТЛ, 2000. — 426 с.

Исследование эритроцитов человека методом сканирующей электронной микроскопии: условие проведения эксперимента

Платонова Кюнна́й Николаевна, студент магистратуры;
Стручков Владислав Николаевич, студент магистратуры;
Семёнова Мотрёна Никитична, аспирант;
Коркина Анна Петровна, ординатор;

Мамаева Саргылана Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент;
Антонов Степан Романович, кандидат физико-математических наук, доцент;
Мунхалова Яна Афанасьевна, кандидат медицинских наук, заведующая кафедрой
Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова (г. Якутск)

Кононова Ирина Васильевна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник
Якутский научный центр комплексных медицинских проблем

В данной работе проводится анализ подбора режима работы сканирующего (растрового) электронного микроскопа в исследованиях биологических образцов: эритроцитов крови в норме и патологии для формирования новых подходов в методах изучения и диагностики заболеваний. Рассматриваются изображения эритроцитов крови пациентов с заболеваниями почек с гематурией, которые в настоящее время диагностируются методом биопсии. Приводится описание подготовки образцов, сравнение режимов работы в исследованиях морфологии эритроцитов. Получены условия проведения эксперимента для повышения качества изображений, позволяющие получить достоверную информацию о морфологии эритроцитов. Результаты исследования могут лечь в основу рекомендаций проведения экспериментов с биологическими образцами человека для формирования новых подходов в методах клинической лабораторной диагностики.

Ключевые слова: электронная микроскопия, лабораторная диагностика, гематурия, гломерулонефрит, морфология эритроцитов, сканирующий электронный микроскоп, качество изображения.

Введение

В настоящее время является актуальной проблема дифференциальной диагностики гломерулонефритов, в том числе сопровождающихся гематурией, для установления клинико-морфологической формы которых применяется почечная биопсия, сопровождающаяся высокими рисками для пациента. Ранее авторы представляли к публикации работы, связанные с исследованием образцов крови детей с заболеваниями почек с синдромом гематурии, например, такими как IgA-нефропатия, хронический гломерулонефрит, гемморагический васкулит [1, 2]. Исследования сухих мазков крови методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) позволили сделать выводы о том, что, несмотря на то, что на морфологию эритроцитов крови влияет очень большое количество факторов, существует некоторая связь их форм и размеров с диагнозом заболевания. Связь с диагнозом обнаружена также у количественных и качественных характеристик нанообъектов (НО) на их поверхности эндогенного происхождения, но неясного биогенеза, которые имеют линейные размеры, сопоставимые с размерами вирусов и экзосом.

В ходе изучения образцов крови пациентов проводилась экспериментальная работа по выявлению условий проведения исследования, связанной с подготовкой биообразцов и режима работы электронного микроскопа. Очевидно, что при правильном выборе условий проведения экспериментов получались наиболее качественные изображения, которые позволяли делать анализ морфологии эритроцитов крови на нанометровом уровне. Воз-

можно, исследование особенностей морфологии эритроцитов методом СЭМ у пациентов с различными видами гломерулонефритов позволит сформировать новые подходы в их дифференциальной диагностике. Учитывая необходимость обработки при этом большого количества данных и связанные с этим проблемы их оптимального использования существует необходимость разработки метода машинного обучения в исследованиях форм и размеров эритроцитов, НО СЭМ-изображений. Автоматизация распознавания образов эритроцитов и НО существенно облегчит анализ морфологических данных образцов крови и будет способствовать формированию подходов в разработке методов дифференциальной диагностики заболеваний почек. Для машинного анализа морфологических данных образцов крови необходимо проводить подготовительные работы по оконтуриванию эритроцитов (рис. 1). Качество таких работ, в свою очередь, зависит от качества СЭМ-изображений.

Таким образом, целью данной работы является анализ полученных СЭМ-изображений для установления оптимального режима проведения экспериментов на СЭМ образцов крови человека для выработки практических рекомендаций.

Материалы и методы исследования

В данной работе рассматривается исследование крови тонких сухих мазков крови с толщиной, примерно сопоставимой толщиной одного эритроцита (1–2 микрон), на предметном стекле пациентов с хроническим мезангио-пролиферативным гломерулонефритом (ХМПГН) и пациента без признаков иммунного поражения почек методом

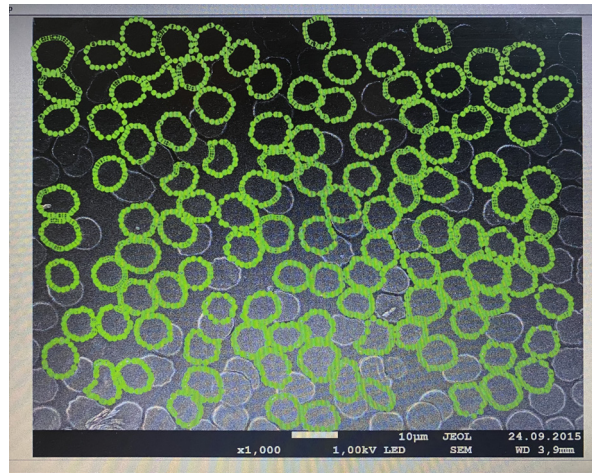


Рис. 1. Оконтуривание эритроцитов, увеличенных в 1000 раз с помощью программы Anaconda prompt (Anaconda 3)

СЭМ. Забор крови этих пациентов и эксперименты с применением СЭМ были проведены пять раз в течение года. Эксперимент был начат с мая 2019 года и был завершен в декабре 2019 года. Забор крови был реализован пять раз: в мае, июне, сентябре, ноябре и в декабре 2019 г., т. е. более-менее равномерно в течение одного года. Кровь брали одновременно у обоих пациентов. Исследования проводились на растровом электронном микроскопе JSM-7800F JEOL с разрешающей способностью 1,2 нм (при 1 кВ) с системой Gentle Beam в режиме низких ускоряющих напряжений (1–2 кВ) без проводящих покрытий образцов. При данном исследовании рассматриваются СЭМ-изображения, полученные путем детектирования вторичных электронов с образцов с помощью нижнего детектора микроскопа. Такие ускоряющие напряжения и работа в режиме торможения пучка «Gentle Beam» позволяют не покрывать поверхность образцов проводящим слоем, что увеличивает возможности улучшения качества изображения при таких низких ускоряющих напряжениях и с одновременным применением системы торможения электронов пучка непосредственно перед их падением на исследуемый образец [3].

Результаты и анализ исследования

На рис. 2 представлены изображения эритроцитов и их поверхности с большим количеством нанообъектов пациента с диагнозом ХМПГН в июне 2019 г. при различных увеличениях. Данные этого эксперимента показали, что края выбранного эритроцита неровные и его поверхность при увеличении более чем 10 000 раз не гладкая и имеет включения в виде ямок, впадин и светлых нанометровых объектов (НО). Размер НО на поверхности эритроцитов варьируется от 30 нм до 100 нм. На основе рис. 2 было выявлено, что наибольшее количество НО имеет размер 50–70 нм. Данные снимки были сделаны при следующем режиме работы СЭМ: 1) ускоряющее напряжение равнялось 1,00 кВ; 2) рабочее расстояние — WD равнялось 4,0 мм.

На рис. 3 представлены эритроциты и НО на их поверхности образца крови пациентки с ХМПГН, забор ко-

торого был сделан в декабре 2019 г. Данные снимки были сделаны при следующем режиме работы СЭМ: 1) ускоряющее напряжение равнялось 1,00 кВ; 2) рабочее расстояние (фокусное расстояние) — WD равнялось 3,9 мм. Изменение WD позволило получить снимок при увеличении 80 000 раз, что было невозможно при WD равном 4,00 мм.

Из рис., 4 видно, что есть отличия в морфологии эритроцитов крови контрольного образца от морфологии эритроцитов образца крови пациента с ХМПГН. Снимки были сделаны при условиях: 1) ускоряющее напряжение равнялось 1,00 кВ; 2) рабочее расстояние (фокусное расстояние) — WD равнялось 3,7 мм. В отличие от имеющих круглые формы НЧ пациента с ХМПГН НО имеют размытые формы, хлопьеобразны. Такие хлопьеобразные НО наблюдались на поверхности эритроцитов крови больных раком шейки матки после того, как образцы крови с эритроцитами с НО подвергали шоковой заморозке путем охлаждения их до температуры жидкого азота [4].

На рис. 5 показаны изображения эритроцитов при одинаковом увеличении и ускоряющем напряжении, но при различных значениях фокусного расстояния.

Необходимо отметить, что сравнение СЭМ-изображений при равных режимах работы кроме изменения рабочего расстояния WD показывает, что изображения поверхности эритроцитов заметно отличаются. Видно, что небольшое отклонение в 0,1 мм для WD приводит к получению разной информации от изображений. Например, из рис. 4 в) и с) видно, что, когда $WD = 3.7$ мм, видимо, изображение НО размывается из-за отклонения от оптимальной фокусировки в данных исследованиях. И вместо НО с достаточно выраженными формами в виде круглых фигур получают изображения НО с размытыми контурами. А наиболее оптимальным условием для рабочего расстояния при низком ускоряющем напряжении 1 кВ является, когда $WD = 3.9$ мм (рис. 5 б), хотя при увеличении в 10 000 раз при $WD = 3.9$ мм и $WD = 4.0$ мм нет существенной разницы в качестве изображения, но 80 000 увеличение возможно только для $WD = 3.9$ мм без потери ка-

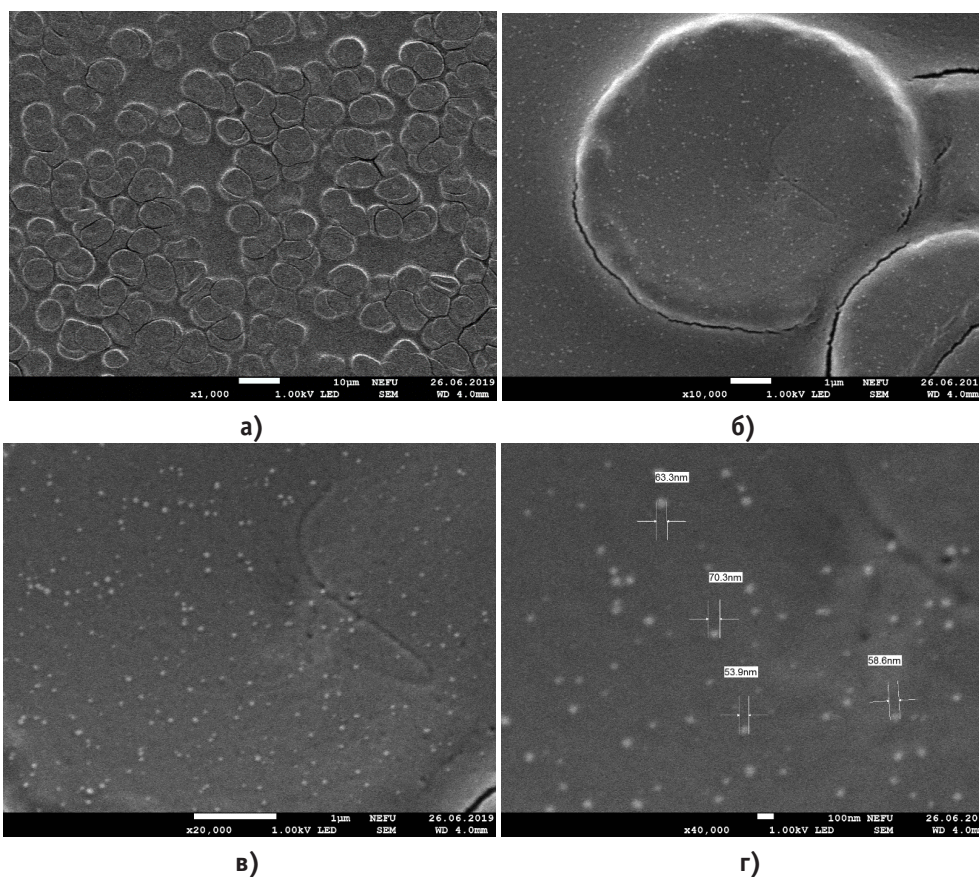


Рис. 2. СЭМ-изображения капиллярной крови пациента с ХМПГН: 1) эритроцитов — а) и б) при увеличениях 1000х и 10 000х соответственно; 2) НЧ — в) и г) при увеличениях 20 000х и 40 000х соответственно.

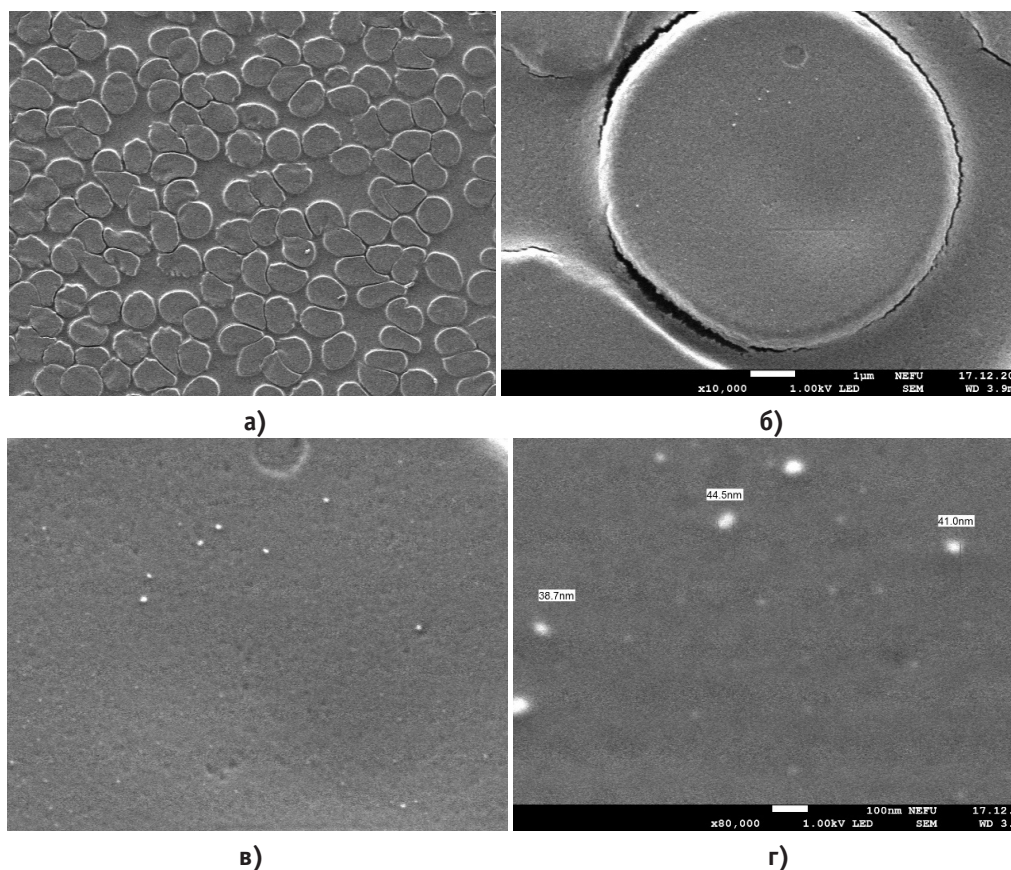


Рис. 3. СЭМ-изображения капиллярной крови пациента с ХМПГН: 1) эритроцитов — а) и б) при увеличениях 1000х и 10 000х соответственно; 2) НЧ — в) и г) при увеличениях 22 000х и 80 000х соответственно.

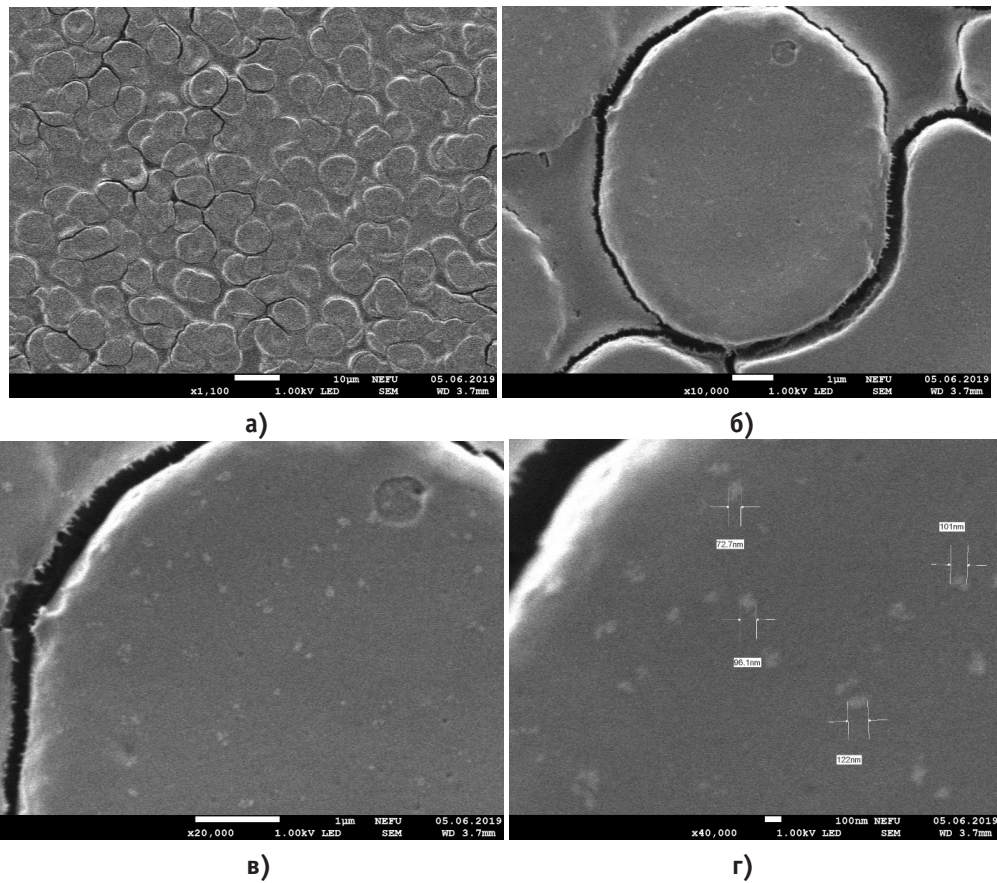


Рис. 4. СЭМ-изображения контрольного образца капиллярной крови: 1) эритроцитов — а) и б) при увеличениях 1000х и 10 000х соответственно; 2) НО — в) и г) при увеличениях 20 000х и 40 000х соответственно.

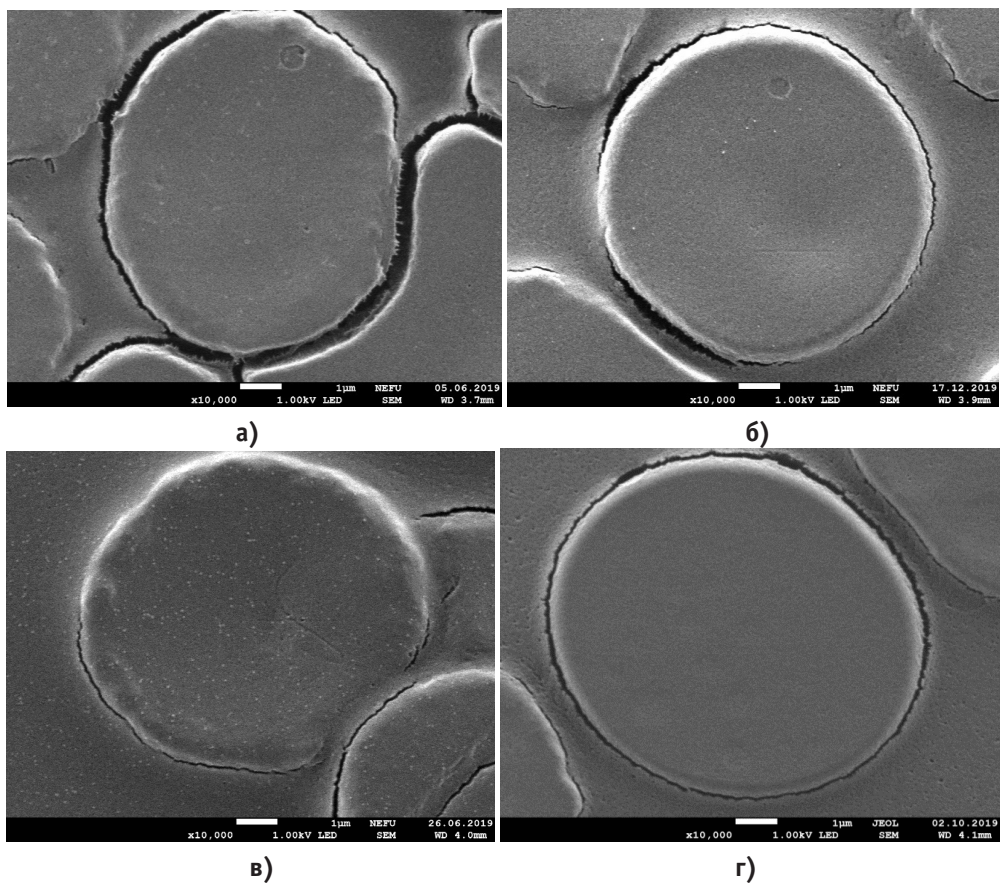


Рис. 5. СЭМ-изображения капиллярной крови пациента с ХМПГН: 1) эритроцитов — а), б), в), г) при увеличениях 10 000х и WD = 3.7 мм, WD = 3.9 мм, WD = 4.0 мм, WD = 4.1 мм соответственно

чества изображения для НО на поверхности эритроцитов. Еще раз необходимо отметить, что при условии $WD = 3.9$ мм есть возможность получить изображения НО при увеличении в 80 000 раз. И в то же время из рис. 3 г) видно, что при $WD = 4.1$ мм поверхность эритроцитов уже при 1 000 увеличении кажутся идеально гладкими, ровными и на них не видно никаких НО.

Полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа изображения возможно обработать с помощью методов машинного зрения. Например, такие методы имеются в программном обеспечении LabView2013 фирмы National Instruments [5]. При обработке изображений из-за не оптимально подобранных параметров СЭМ возникает проблема с оконтуриванием или по дру-

гому выделением нанообъектов и эритроцитов. Выделение эритроцитов проводится при увеличении примерно равном 1000 раз. Благодаря использованию программы возможно точно и быстро посчитать количество дисморфных эритроцитов и НО.

На рис. 6 представлена обработка изображения рис. 3 в). Видно, что после обработки четко выделены НО, черным цветом, относительно всего фона. Как видно из рисунка, после обработки ямки на исходном изображении выделяются черными точками с очень малым размером. В дальнейшем возможно произвести фильтрацию для удаления мелких шумовых объектов. Благодаря выделению в дальнейшем можно произвести подсчет количества НО и их сортировку по размерам.

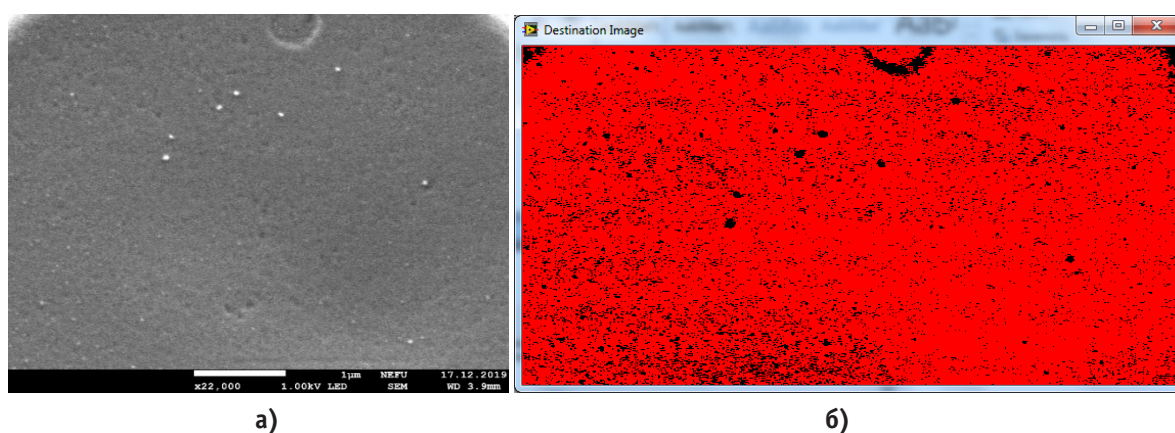


Рис. 6. Снимки до обработки а) и после обработки б) СЭМ изображения при $WD=3,9$ мм

На рис. 7 представлена обработка изображения рис. 4 в). Изначально видно, что на снимке имеются хлопьевидные объекты на поверхности эритроцита. Но при обработке из-за плохого качества снимка некоторые объекты не выделяются программой. Особенно это видно по

краям эритроцита. Конечно, процент потерь не велик. Но также появляются объекты, которые невозможно считать НО, проколы и ямки. При обработке эти объекты закрашиваются черным с размером сопоставимым с НО, что недопустимо.

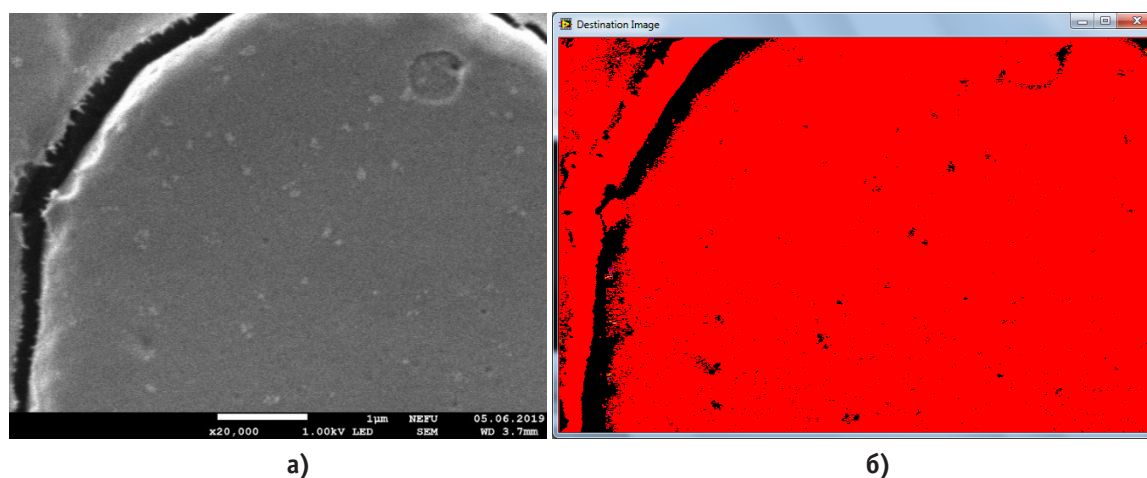


Рис. 7. Снимки до обработки а) и после обработки б) СЭМ изображения при $WD=3,7$ мм

Эти два изображения получены при увеличениях примерно в 20 000 раз. На рис. 8 представлена обработка изображения при увеличении в 80 000 раз. Видно, что

при таком изображении намного четче выделяются НО и шумы изображений почти исчезают из-за больших отличий в размерах.

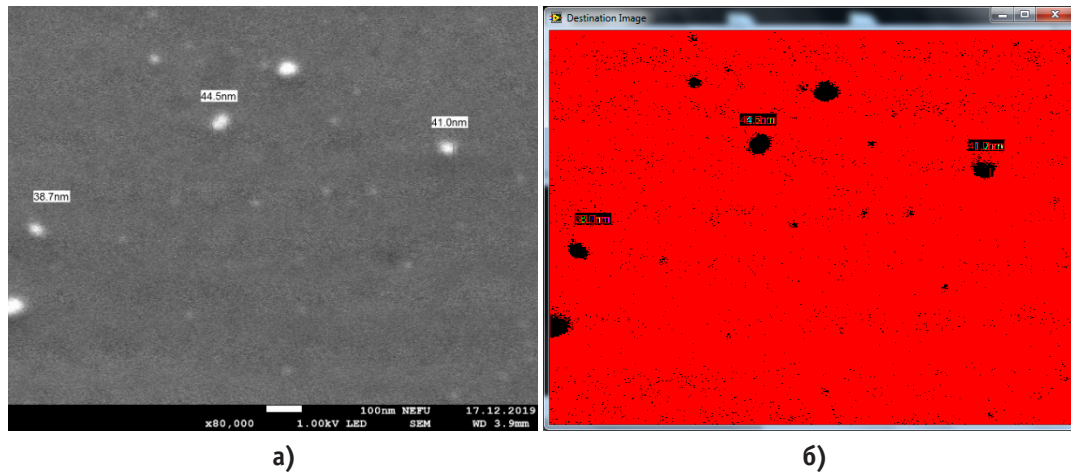


Рис. 8. Снимки до обработки а) и после обработки б) СЭМ изображения при $WD=3,9$ мм и увеличении $80\ 000\times$

На основании произведенных обработок СЭМ изображений наглядно показано, что подбор оптимальных параметров при измерении мазков крови позволяют получить более обширную и достоверную информацию.

Заключение

Для данной модификации сканирующего электронного микроскопа при проведении экспериментов с образцами крови в виде сухих мазков на предметном стекле необходимо работать при низком ускоряющем напряжении 1 кВ без напыления проводящего слоя на образец с использованием нижнего детектора вторичных электронов, с активацией системы «Gentle Beam» и с выбором рабочего расстояния $WD = 3.9$ мм.

Таким образом, для определения подходов в выборе параметров в разработке метода дифференциальной ди-

агностики различных видов гломерулонефритов с применением СЭМ на основе исследования морфологии эритроцитов крови на примере эксперимента с образцом крови пациента с ХМПГН необходимо обратить внимание на то, что существует зависимость качества изображения от четкого определения режима работы СЭМ с учетом большого влияния WD на него. Качество изображений влияет на проведение анализа морфологии эритроцитов, что в свою очередь будет определять подход в разработке метода дифференциальной диагностики видов гломерулонефритов с учетом того, что качество изображения влияет на определение вида и степени дисморфии эритроцитов, что является важной информацией в изучении заболевания, выявления особенностей его проявления на клеточном уровне.

Литература:

1. Maksimov, G.V., Mamaeva, S.N., Antonov, S.R., Munkhalova Ya.A., Kononova, I.V., Sheikin, I.Yu. Measuring Erythrocyte Morphology by Electron Microscopy to Diagnose Hematuria //Measurement Techniques. June 2016. Volume 59 (3). pp 327–330.
2. Мамаева, С. Н., Максимов Г. В., Мунхалова Я. А., Антонов С. Р., Дъяконов А. А., Винокуров П. В. Исследование эритроцитов крови с заболеваниями почек с синдромом гематурии с использованием растровой электронной и атомно-силовой микроскопии //Медицинская физика. 2017. № 1 (73), с. 58–62.
3. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение [Электронный ресурс] / под ред. У. Жу, Ж. Л. Уанга; пер. с англ. — Эл. изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 582 с. (здесь тоже добавьте, пожалуйста литературу)
4. С. Н. Мамаева, Г. В. Максимов, С. Р. Антонов, В. А. Платонова, А. С. Гольдерова, И. В. Кононова, Я. А. Мунхалова, Н. А. Николаева, Т. М. Лебедева «Изучение действия низких температур на морфологию эритроцитов крови детей с гематурией методами оптической и электронной микроскопии» // Ж. Медицинская физика, № 3 (83), 2019 г. с. 75–82.
5. Визильтер, Ю. В., Желтов С. Ю., Князь В. А., Ходарев А. Н., Моржин А. В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. — М.: ДМК Пресс, 2007. — 464 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проектирование информационной системы управления интернет-магазином и разработка рекомендательного алгоритма

Аношина Виктория Вадимовна, студент магистратуры
Самарский государственный университет

В статье рассматривается проектирование ИС, настройка взаимодействия через API и разработка item-based алгоритма.

Ключевые слова: проектирование ИС, фильтрация, рекомендательный алгоритм, item-based, корреляционный анализ

В современном мире многие предприятия, стремясь максимизировать прибыль открывают сайты и переходят на Интернет-торговлю, e-commerce. Однако, деятельность существующих предприятий и организаций связана с различными производственными процессами. Стремительно растущий спрос на интернет-ресурсы и переход на e-commerce в целом требует от бизнеса перевод своей деятельности в онлайн формат. Таким образом встает вопрос создания некоего последовательного алгоритма, который мог бы рекомендовать товары для небольшого интернет-магазина.

Одной из основных технологий в описании существующих бизнес-процессов организации является BPM (business process management — управление бизнес-процессами). Она позволяет спроектировать процесс «как есть», проанализировать узкие места и привести его в состояние «как должно быть». Построение данной диаграммы дает представление о существующем процессе и дальнейшем понимании, что нужно сделать.

Существующие персонализированные рекомендательные системы используют метод рекомендации товаров путем анализа похожих пользователей с использованием прошлой истории или рейтингов пользователей. Например, Amazon — они предоставляют систему рекомендаций, использующую методы коллаборативной фильтрации на основе элементов, и скорость приобретения рекомендуемых элементов составляет большой процент от общего объема продаж. Однако существующие методы рекомендаций не включают в себя основную информацию или социальные отношения, такие как пол и возраст, и не используются надлежащим образом, даже если они включены. Когда услуги социальных сетей применяются к существующим рекомендациям по персонализации, могут применяться различные характеристики, такие как «ре-

альное время», «большие данные», «социальные отношения» и «последние тенденции».

При использовании подхода item-based пользователи характеризуется теми объектами, которые они оценили или просмотрели. Для каждого такого объекта определяется массив из объектов-соседей, т. е. должны быть определены наиболее похожие объекты с точки зрения оценок и просмотров пользователей. При построении рекомендательного алгоритма, например, для системы просмотра кино, массив принимает значения от 10 до 30. Все соседи таких объектов объединяются во множество, из которого исключаются объекты, просмотренные или оцененные пользователем. Из выделенного множества строится топ рекомендаций.

Для анализа предметной области требуется смоделировать процесс заказа. Настоящий бизнес-процесс построен в BPMN. Система не имеет варианта покупки онлайн и регистрации пользователя. Клиент выбирает те товары, которые ему захотелось приобрести, затем товары складываются в корзину, после чего в окне он вводит свой номер телефона, e-mail, имя и адрес.

На почту магазина приходит уведомление о поступлении заказа. Ответственный работник открывает данные по заказу в системе интернет-магазина, смотрит структуру. Затем переносит данные о заказе из интернет-платформы во внутреннюю систему. Только после переноса заявки сотрудники магазина, проверяют наличие товара у себя на складе, связываются с клиентом для подтверждения или изменения заказа и после этого подтверждают или отменяют заказ по решению клиента.

Для оптимизации процесса переноса заявок из интернет-магазина в систему управления продажами было принято решение о настройке интеграции между ними. Платформа будет осуществлять интеграцию посредством REST

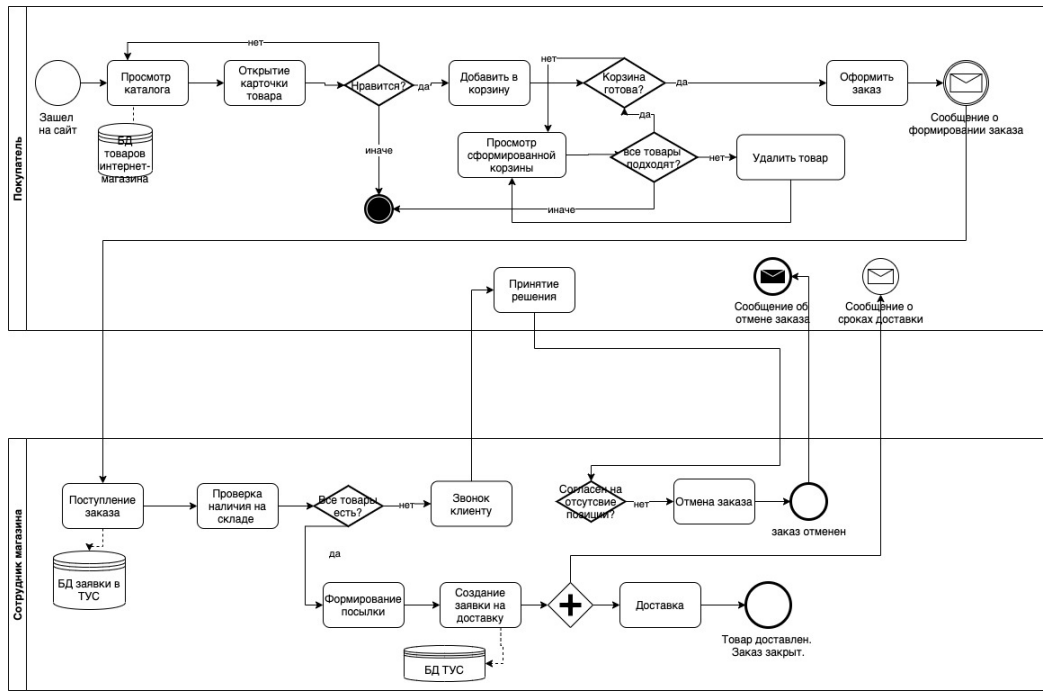


Рис. 1. Модель «как должно быть»

API. Данное решение было выбрано так как существующий интернет-магазин имеет данной технологии.

Настройка передача данных из интернет-магазина должна быть осуществлена на несколько событий: создание заказа, отмена заказа, обновление данных по заказу, закрытие (доставка осуществлена).

Изменения в заказе, сделанные в системе управления продажами офлайн точки, автоматически передаются в онлайн-магазин. Остатки товаров также обновляются автоматически. Это обусловлено настройкой взаимодействия. Интервал между автоматическими загрузками данных настроен на каждые 10 минут. Данное обновление является наиболее оптимальным. Итоговый процесс представлен на рис. 1.

Однако же для данной системы остро стоит вопрос, касающийся улучшения продаж ввиду ее особенностей, например, такой, что основной канал продаж — это обычный магазин, а не онлайн и основные данные по продажам хранятся все еще в другой системе. В связи с этим актуальным становится разработка такого средства, которое смогло бы улучшить продажи, опираясь на имеющиеся данные. Таким средством может и должен стать рекомендательный алгоритм.

Сам интернет-магазин имеет небольшой ассортимент в отличии от физического отдела. Так как ассортимент невелик, то при создании алгоритма имеет место проблема холодного старта. Данная проблема характерна для предметов, которые не оценены пользователем и не были ранее куплены.

Для создания алгоритма используется метод топ-К рекомендаций. Сначала вычисляется k самых похожих предметов для каждого предмета, соответствующего «схожести». После этого определяется набор A тех объектов,

которые будут рекомендованы как наиболее похожие. Результирующий набор предметов A, сортируемый в порядке от наиболее к менее рекомендуемым и будет являться результатом рекомендаций.

Первым шагом для реализации алгоритма стала подготовка БД. Для реализации алгоритма была выбрана реляционная база данных MySQL.

Для реализации вычисления наиболее подходящего товара из приходящего на вход таргетного чека или таргетного товара был использован встроенные классы Map и HashTable. Для сравнения объектов классов был использован Comparator. Интерфейс Map в Java представляет объекты в виде ключ-значение, что облегчает поиск элемента. Ключ — это объект.

Далее были проведены тестирования алгоритма. Для товара A выберем все чеки, в которых он содержится. Это чеки 1 и 5 из таблицы.

В таблице повторяющимся является только таргетный товар, поэтому его во внимание брать не будем. Присвоим каждому из товаров коэффициент и посчитаем, сколько товаров находится в результирующей таблице.

$$K = \frac{\sum_n x_i}{n}, \tag{1}$$

где x — количество повторяющихся элементов, n — уникальные элементы.

Каждой характеристике товара был присвоен вес, соответственно при создании результирующей таблицы был присвоен итоговый вес. Наиболее популярным товаром будет являться синие итальянские слаксы, синий немецкий портфель и синие итальянские брюки в соотношениях 2, 2 и 1,8 соответственно.

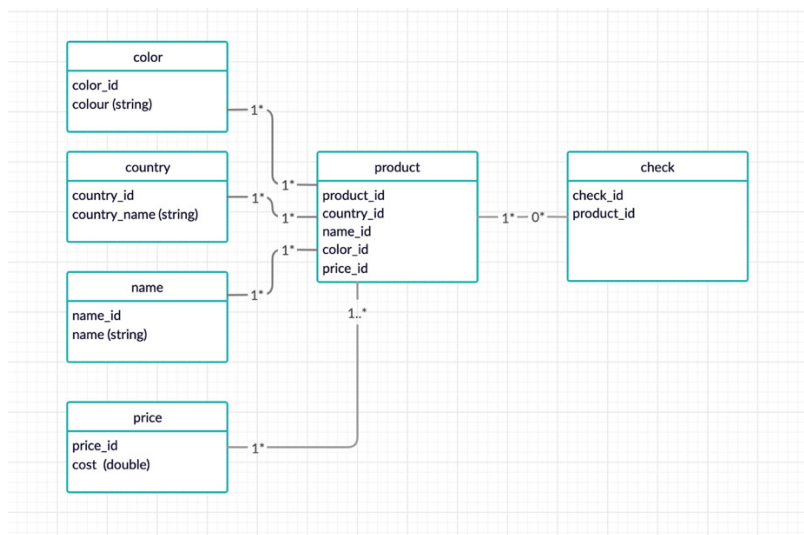


Рис. 2. Диаграмма БД для алгоритма



Рис. 3. Веб интерфейс

Таблица 1. Результирующая таблица для товара «А»

Чек	Товар	Цвет	Страна	Коэффициент
1	Брюки	Синий	Италия	1,8
1	Портфель	Синий	Германия	2
1	Слаксы	Черный	Германия	1,6
5	Слаксы	Синий	Италия	2
5	Портфель	Зеленый	Германия	1,6
5	Пиджак	Фиолетовый	Италия	1,4
5	Сорочка	Серый	Франция	0,733333333

Перейдем в раздел web-приложения и проверим данные. Вбиваем данные по товару А. Запускаем алгоритм, проверяем результат, который представлен на рис. 4.

Данные абсолютно совпадают и показывают актуальность и состоятельность рекомендательного алгоритма.

Выводы исследования:

1) было проведено исследование бизнес-процессов магазина;

2) была спроектирована ИС управления магазина и реализована модель ее оптимизации;

3) был проведен анализ продаж и реализован алгоритм, основанный на «item-based» подходе;

4) проведено тестирование и анализ полученных результатов.

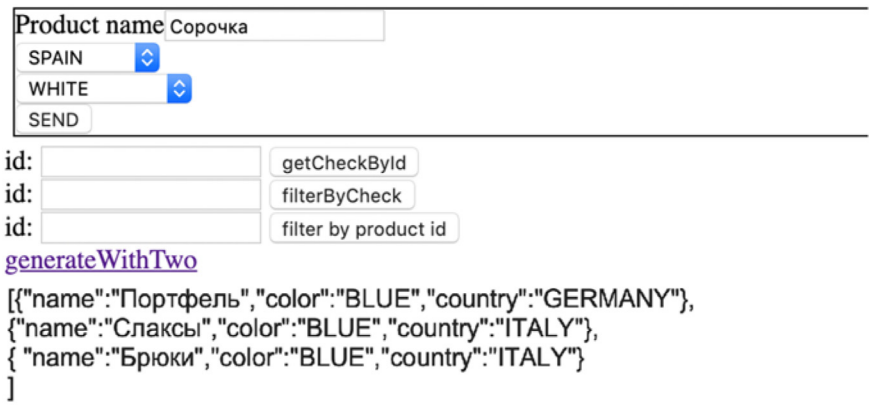


Рис. 4. Проверка алгоритма

Литература:

1. Инюшкина, О. Г. Проектирование информационных систем (на примере методов структурного системного анализа) [Текст]: учебное пособие / О. Г. Инюшкина. — Екатеринбург: «Форт-Диалог Исеть», 2014. — 240 с.
2. Das, A. Google News Personalization: Scalable Online Collaborative Filtering [Текст] / A. Das, M. Datar, A. Garg // Communications of the ACM. — 2007. — Vol.16. — P. 271–280.
3. Pazzani, M. J. Content-based recommendation systems [Текст] / M. Pazzani, D. Billius // The Adaptive Web. — 2007. — Vol. 4321. — P.325–341.

Статистическое моделирование на ЭВМ непрерывных случайных величин средствами языка программирования R

Дмитриев Игорь Александрович, студент
Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

В статье рассматривается моделирование непрерывных случайных величин, вычисление параметров случайных величин по выборке, изучение свойства состоятельности выборочных оценок средствами языка программирования R.

Ключевые слова: моделирование, непрерывная случайная величина, язык R.

Пользуясь средствами языка программирования «R», рассмотрим процесс реализации на ЭВМ и исследования на точность алгоритма моделирования непрерывной случайной величины (НСВ), распределенной по логнормальному закону $L(m, \sigma)$:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\left(\ln\left(\frac{x}{m}\right)\right)^2}{2\sigma^2}\right), m \in R^1, \sigma > 0, x \geq 0. \tag{1}$$

Метод моделирования НСВ ξ с законом распределения $L(m, \sigma)$ основан на связи логнормального распределения с нормальным $N(\mu, \sigma)$, а также последнего с равномерным $R(a, b)$ распределением [3, стр. 61]:

$$L(m, \sigma) \sim m \exp(\sigma N(0, 1)), L(m, \sigma) \sim m \exp(\sigma N(0, 1)), \tag{2}$$

$$L(m, \sigma) \approx m \exp\left(\sigma \left(\sum_{i=1}^{12} R_i - 6\right)\right),$$

Реализуем на языке программирования R функцию LogNorm для моделирования n независимых случайных чисел, имеющих логнормальное распределение:

```

> LogNorm <- function(n,  $\mu$ ,  $\sigma$ ) {
+   s = rep(0, n);
+   sum = rep(0, n);
+   for(i in 1:n){
+     x <- runif(12);
+     for(j in 1:12) {
+       if(j==1) { sum[j] = x[j]; }
+       else { sum[j] = sum[j-1] + x[j]; }
+     }
+     y <- sum[12] - 6;
+     s[i] <- exp( $\sigma$  * y +  $\mu$ ); }
+   return (s) }
    
```

Рассмотрим результат работы функции LogNorm с параметрами $\mu = 0.6$, $\sigma = 1$ при моделировании $n = 100$ и $n = 1000$ независимых случайных чисел:

```
> ksi <- LogNorm(n, 0.6, 1);
```

На рис. 1–2 представлены графики теоретической плотности вероятности логнормального распределения и гистограммы плотности относительных частот для результатов моделирования $n = 100$ и $n = 1000$ НСВ, а на рис. 3–4 отображены графики эмпирической и теоретической функции распределения для соответствующих объёмов выборки. Можем заметить, что с увеличением объёма выборки гистограмма плотности относительных частот стремится к полигону распределения вероятностей, а эмпирическая функция распределения — к теоретической.

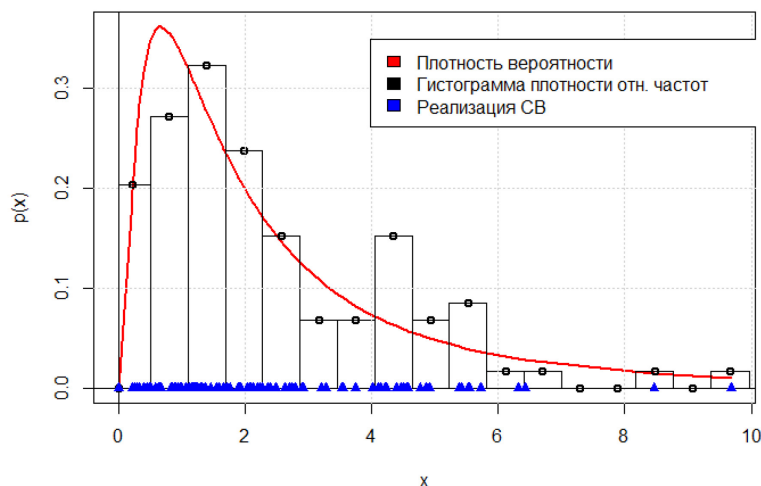


Рис. 1. График теоретической плотности вероятности и гистограмма плотности относительных частот, $n = 100$

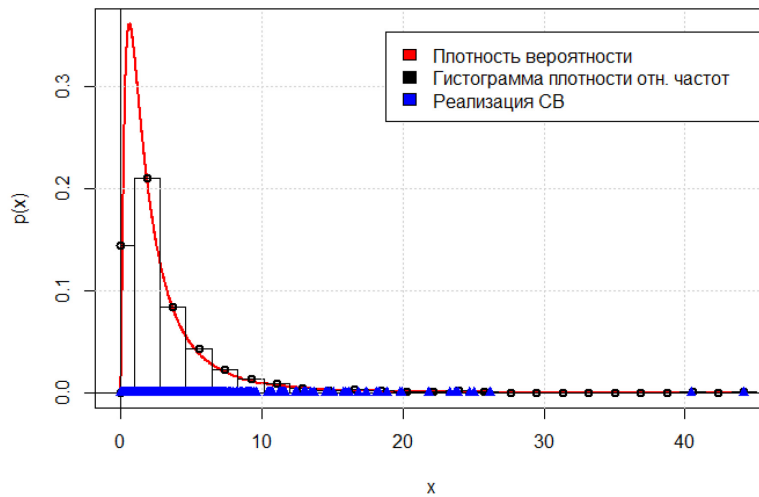


Рис. 2. График теоретической плотности вероятности и гистограмма плотности относительных частот, $n = 1000$

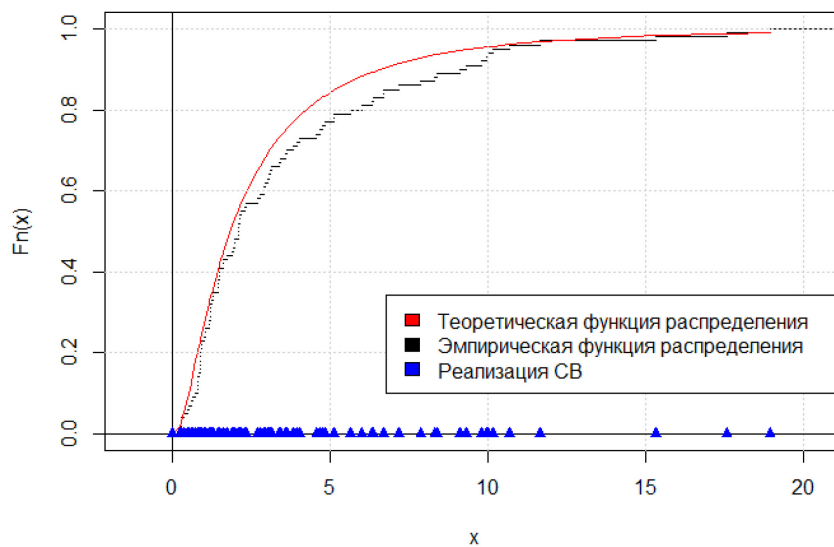


Рис. 3. Графики эмпирической и теоретической функции распределения, $n = 100$

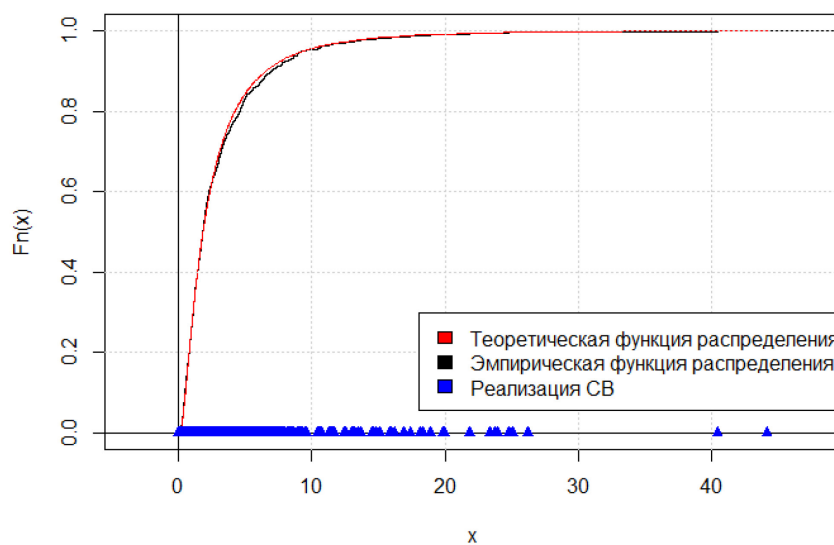


Рис. 4. Графики эмпирической и теоретической функции распределения, $n = 1000$

Будем использовать следующий программный код для вычисления выборочных оценок параметров случайных величин по выборке и по интервальному статистическому ряду:

а) По выборке:

```
Среднее: > tildaX <- mean(log(ksi)); print(tildaX);
Дисперсия: > vd <- var(log(ksi)); print(vd);
Дисперсия (исправленная выборочная):
> MeanV <- function(N, n, X) { return (sum(n*X)/N); }
> SS0 <- MeanV(N-1, 1, log(ksi)*log(ksi))-N*(tildaX*tildaX)/(N-1);
> print(SS0);
Среднее квадратическое отклонение: > S <- sqrt(SS0); print(S);
б) По интервальному статистическому ряду:
Строим доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии с надежностью  $\gamma = 0.95$ :
```

```
> gamma <- 0.95;

> Delta <- sqrt( SS0/((1-gamma)*N) ); #  $\delta$  для мат. ожидания

> DeltaD <- 1.96*sqrt( 2/(N-1) ) *SS0; #  $\delta$  для дисперсии

> nM <- tildaX - Delta;

> print(nM); # начало доверительного интервала для мат. ожидания

> kM <- tildaX + Delta;

> print(kM); # конец доверительного интервала для мат. ожидания
```

Чтобы убедиться в состоятельности выборочной оценки математического ожидания, реализуем средствами языка программирования «R» решение следующих задач: построить график стремления выборочной оценки параметра распределения к параметру распределения по вероятности с увеличением объема выборки n ; построить линию параметра; построить доверительные границы, используя неравенство Чебышева. Реализацию решения выполняет следующий программный код:

```
> A = 0.6; B = 1; N = 2000; t = 1:N; mx = t;

> for (n in t) { mx[n] = mean( log( LogNorm( n, 1, 0.6 ) ) ); }

> plot( t, mx, 'l', xlab = 'n', ylab = 'M[x]');

> a = c(1, N); b = c(A, A); lines(a, b, col = 'red');

> pu = A + b*sqrt( 1/t/(1-0.95) ); lines(t, pu, col = 'blue');

> pu = A - b*sqrt( 1/t/(1-0.95) ); lines(t, pu, col='blue');
```

Графический результат для объема выборки $n = 2000$ приведен на рис. 5. На его основании можно утверждать, что с увеличением объема выборки выборочная оценка математического ожидания стремится по вероятности к теоретическому математическому ожиданию распределения.

Для реализации решения задачи статистического моделирования на ЭВМ непрерывных случайных величин средствами языка программирования «R» на примере логнормального распределения были использованы следующие встроенные функции языка:

- $runif(n)$ — моделирование n равномерно распределенных случайных величин от 0 до 1;
- $rep(0, n)$ — создание вектора из n нулей;
- $\log(x)$ — вычисление натурального логарифма числа x ;
- \sqrt{x} — вычисление квадратного корня числа x ;
- $mean(x)$ — вычисление математического ожидания вектора x ;
- $var(x)$ — вычисление дисперсии вектора x ;
- $\exp(x)$ — вычисление экспоненты числа x ;
- $sum(x)$ — вычисление суммы элементов вектора x .

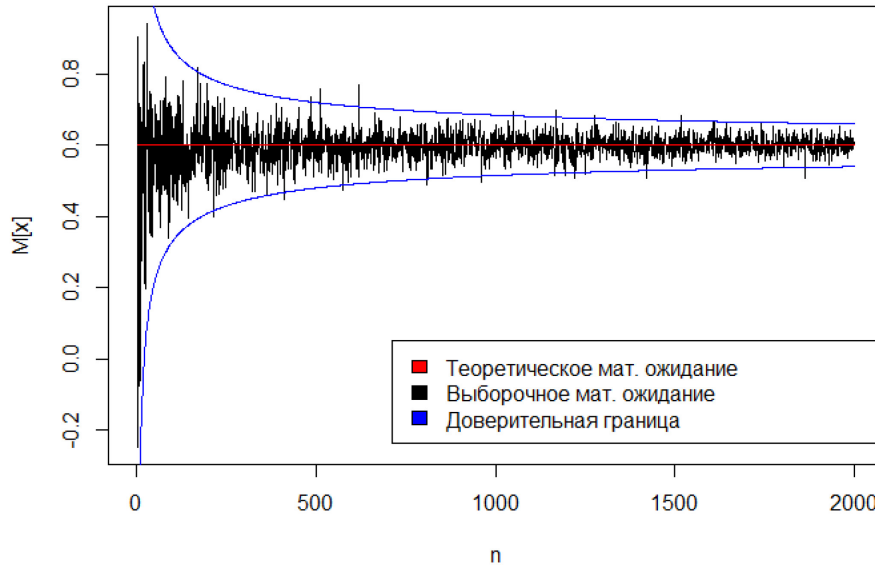


Рис. 5. График сходимости выборочной оценки к параметру распределения, $n=2000$.

Литература:

1. Лобач, В. И. Имитационное и статистическое моделирование: Практикум для студентов мат. и экон. спец. / В. И. Лобач, В. П. Кирлица, В. И. Малюгин, С. Н. Сталевская. — Минск: БГУ, 2004. — 189 с.
2. Харин, Ю. С., Степанова М. Д. Практикум на ЭВМ по математической статистике. — Минск: Университетское, 1987. — 304 с.
3. Хастингс, Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям. — М.: Статистика, 1980. — 95 с.

High-Performance HMI и стандарт ISA-101

Захаров Михаил Валентинович, студент магистратуры;

Ситов Андрей Андреевич, студент магистратуры

Московский государственный технологический университет «Станкин»

В статье авторы дают краткое описание High-Performance HMI и стандарта ISA-101, который применяется при их разработке.

Ключевые слова: НРНМИ, HMI, ситуационная осведомленность.

Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ или HMI) — это пользовательский интерфейс или приборная панель, которая позволяет человеку взаимодействовать с машиной, системой или устройством. Хотя этот термин технически можно отнести к любому экрану, позволяю-

щему пользователю взаимодействовать с устройством, ЧМИ чаще всего используется в контексте промышленного процесса. [1]

В промышленности ЧМИ могут быть использованы для:

- Визуального отображения данных
- Отслеживания времени производства и графиков
- Надзором за ключевыми показателями эффективности (KPI)

— Наблюдением за входами и выходами машины
И на этом область применения ЧМИ не ограничивается.

Существует множество разновидностей ЧМИ начиная от встроенных в машины экранов, до компьютерных мониторов и планшетов, но в независимости от их вида, их предназначение в том, чтобы давать пользователям представление о прогрессе промышленного процесса.

High-Performance HMI (высокопроизводительные ЧМИ) — метод дизайна ЧМИ с упором на повышение информативности предоставляемых оператору данных. Также известен как метод дизайна ЧМИ с упором на ситуационную осведомленность. Главный принцип, лежащий в основе НРНМИ — данные, собранные с производства, необходимо представлять на экране ЧМИ, с информационным контекстом, а не как простые цифры, разбросанные по экрану.

Этот метод дизайна наиболее актуален для ЧМИ, задействованных на крупных участках производственных линий, для наблюдения за которыми требуется отслеживать большое количество информации. Также крайне желательно, чтобы у ЧМИ был большой экран.

Дизайн НРНМИ подробно описан в **стандарте ISA101**, создаваемым соответствующим комитетом ISA. Стандарт не является набором правил, которым обязательно должны следовать инженеры, при разработке ЧМИ. Цель этого стандарта — дать разработчикам представление, как выглядит эффективный интерфейс, чтобы основываясь на данных им рекомендациях, они могли разработать свои собственные требования к создаваемым ими ЧМИ.

НРНМИ должен предоставлять оператору возможность легко следить за нужными процессами, а также оперативно распознавать и устранять проблемы, желательно, до того как они приведут к приостановке производства. Для того чтобы этого достичь, необходимо убедиться, что на экранах нет излишних графических элементов (например, 3D-моделей), ненужных элементов управления системой, а прочие элементы дизайна (цвет, индикаторы тревоги и т. д.) используются грамотно, для повышения эффективности ЧМИ.

Тремя словами, подобный дизайн:

— **Информативный.** Данные не просто выводятся на экран, а преобразуются в информацию, которую просто понять оператору. Операторам не приходится запоминать уставки и формулы для вычислений.

— **Скучный.** По своей задумке он должен быть скучным. Дизайн обычно серый, почти без примесей других цветов, без анимации и 3D графики. Минимизирование отвлекающих деталей позволяет операторам сфокусироваться на основном предназначении ЧМИ: распознавание процессов отклоняющихся от нормального рабочего состояния.

— **Проактивный.** Современные традиционные ЧМИ поощряют реактивный подход к эксплуатации помещений. Ситуационная осведомленность подразумевает, что все важные процессы сопровождаются графиками данных, которые позволяют операторам предсказывать и проактивно решать проблемы, до того как что-то пойдет не так.

В правила разработки НРНМИ входят [2]:

- **Правильное использование цвета.** Сам по себе, цвет, не должен использоваться для выделения важного состояния системы или конкретного прибора. Для этого необходимо применять цвет в сочетании с другими элементами, такими как индикаторы тревожных состояний. Также важно постоянство применяемых цветов. Распространенной ошибкой является использование красного цвета как для показа того, что какая-то часть системы ещё не запущена, так и для того чтобы показать критическое состояние системы или отдельных её элементов. Если где-то в программе красный цвет применяется для показа тревожного состояния, его уже нельзя использовать для каких-либо других целей. Для того чтобы показать, что какая-то часть системы ещё не запущена, рекомендуется применять темно-серый цвет, а после запуска, менять его на светло-серый или белый.

- **Показ тревожных состояний.** Чтобы обратить внимание оператора на тревожное состояние, необходимо, чтобы рядом с индикатором состояния устройства возник индикатор тревоги. Индикаторы тревоги также возможно разделять по степени критичности состояния устройства, для чего можно менять их форму и цвет.

- **Иерархия экранов.** Экраны желательно выстроить по определенной иерархии, в зависимости от типа информации, которую они в себе несут. В программе должны быть четыре уровня:

- Уровень 1 — уровень общей оценки операции
- Уровень 2 — уровень контроля группы устройств
- Уровень 3 — подробности о группе устройств
- Уровень 4 — поддержка и диагностические дисплеи

- **Правильное представление данных.** Вместо того чтобы показывать оператору состояние производственного процесса через цифры, собранные с производства (температура устройств, уровень наполненности емкостей и т. п.), необходимо использовать графики и аналоговые индикаторы.

Это лишь часть правил разработки НРНМИ. Более подробно о них можно прочесть в стандарте ISA101 и соответствующих документах.

В таблице 1 можно увидеть результаты исследования проведенного Nova Chemicals и ASM® Consortium, по поводу результатов внедрения высокопроизводительного ЧМИ на завод этилена.

По подсчетам специалистов, в результате внедрения высокопроизводительного ЧМИ, ежегодная прибыль завода этилена возрастет более чем на 800,000\$.

Таблица 1

Задача	«Традиционный» ЧМИ	Высокопроизводительный ЧМИ	Улучшение	Задача
Обнаружение внештатных ситуаций до возникновения аварийной ситуации	10 % ситуаций	48 % ситуаций	Прирост в 5 раз	Обнаружение внештатных ситуаций до возникновения аварийной ситуации
Частота успешного реагирования на внештатные ситуации	70 %	96 %	Повышение частоты на 26 %	Частота успешного реагирования на внештатные ситуации

Литература:

1. What is HMI?. — Текст: электронный // inductive automation: [сайт]. — URL: <https://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi> (дата обращения: 02.06.2020).
2. Bill, Hollifield Maximize operator effectiveness / Hollifield Bill. — Текст: электронный // PAS: [сайт]. — URL: [https://www.pas.com/PAS/media/pas-assets/resources/white %20papers/maximize-operator-effectiveness-part-1.pdf](https://www.pas.com/PAS/media/pas-assets/resources/white%20papers/maximize-operator-effectiveness-part-1.pdf) (дата обращения: 02.06.2020).

Структурный анализ кардиосигналов для оценки показателей variability сердечного ритма

Манышев Дмитрий Михайлович, студент магистратуры
 Научный руководитель: Лабунец Леонид Витальевич, доктор технических наук, профессор
 Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Ключевые слова: видеоплетизмография, структурный анализ, временной ряд, variability сердечного ритма.

Structural analysis of cardiac signals to assess heart rate variability

Manyshev Dmitriy Mikhailovich, student
 Scientific adviser: Labunec Leonid Vitalevich, doctor of technical sciences, professor
 Moscow State Technical University named after N. E. Bauman

Keywords: video plethysmography, structural analysis, time series, heart rate variability.

Можно считать, что прогнозирование является основной целью и задачей большого числа специалистов, занимающихся анализом данных. Современные методы статистического прогнозирования позволяют находить, отслеживать и с высокой точностью прогнозировать практически все возможные показатели в различных областях исследования. Результаты исследований помогают оценить необходимые показатели наблюдаемых данных и в дальнейшем моделировать их.

В статье рассмотрен один из методов анализа данных и сделаны выводы о его эффективности, удобности и актуальности для современных исследований. Метод получил практическое применение на примере анализа видеоплетизмографии – современного бесконтактного мониторинга жизненно важных показателей состояния человека, например, variability сердечного ритма. Исходными данными для статьи являются результаты исследований,

которые проводились кафедрой СМ5 МГТУ им. Н.Э.Баумана в медицинском центре университета.

Плетизмография — ряд способов регистрации изменений некоторой физической характеристики органов и тканей человека в зависимости от динамики их кровенаполнения. Она позволяет отслеживать такие гемодинамические показатели организма, как частоту сердечных сокращений, объёмную скорость кровотока, ударный выброс, не оказывая никаких нагрузок на организм, а в случае видеоплетизмографии, — позволяет обойтись без непосредственного контакта с телом пациента.

Пульсовая волна, как и другие физиологические волны организма, имеет свой диапазон частот и состоит из двух периодов — анакротического и диакротического (рис. 1).

Анакротический период характеризует первый пик пульсовой волны (A1), Амплитудное значение анакротической фазы закрепило за собой название амплитуды пуль-

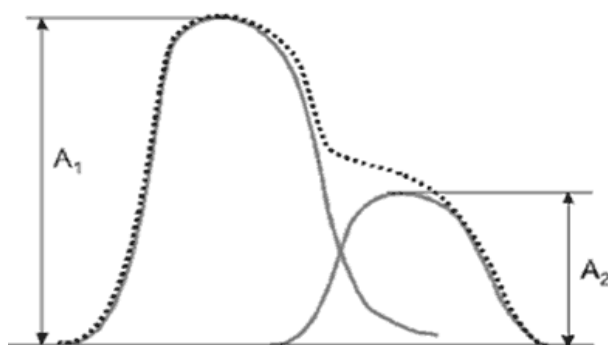


Рис. 1. Схематическое изображение пульсовой волны

совой волны и указывает на ударный объем крови при сердечном выбросе, в свою очередь предоставляя косвенные сведения о степени инотропного эффекта. Дикротический период характеризует второй пик пульсовой волны (A_2), который образуется за счет отражения некоторого объема крови от крупных сосудов и аорты. Дикротическая фаза предоставляет информацию о тоне сосудов.

Таким образом, вершина пульсовой волны соответствует наибольшему объему крови, выделенном при сердечном выбросе, а ее противолежащая часть — наименьшему объему крови в исследуемом участке ткани. Характер пульсовой волны зависит не только от частоты пульса ис-

пытуемого. Также на нее влияют такие параметры, как эластичность сосудистой стенки, объем исследуемого участка ткани, ширина просвета сосудов. Считается, что продолжительность, а значит и частота пульсовой волны зависят от особенностей работы сердца, а величина и форма ее пиков — от состояния сосудистой стенки. Помимо пульсовой волны выделяют такие волны физиологической природы, как дыхательные, миогенные, нейрогенные, эндотелиальные, каждой из них соответствует свой диапазон частот [1].

Спектральные диапазоны волн различной физиологической природы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Спектральные диапазоны ритмов кровотока

Волны	Диапазон, Гц	Апертура фильтров, сек
Пульсовая	0,8–1,6	0,625–1,25
Дыхательная	0,15–0,4	2,5–6,67
Миогенная	0,07–0,15	6,7–14,2
Нейрогенная	0,02–0,052	19,2–50
Эндотелиальная	0,0095–0,02	50–105

Видеоплетизмограмма является неконтактным методом оценки, поэтому, помимо камеры, метод предполагает лишь наличие достаточного освещения. Видеокамера отдаёт 30 кадров в секунду, фиксируется изображение с глубиной цвета 24 бита. Для каждого кадра находят область лица по методу Виолы-Джонса, далее обрезают вписанным эллипсом и фильтруют по эмпирическому условию на принадлежность точки коже. Затем составляются временные последовательности из усредненных значений каналов RGB пикселей, отвечающих за кожу лица.

Исходным данным для исследования служил временной ряд из трех цветовых RGB-компонент, который был сформирован в единый информативный сигнал. Далее этот сигнал был подвержен структурному анализу с помощью кратномасштабного анализа, а затем эмпирической модовой декомпозиции (EMD). Анализ был произведен в два этапа. Первый этап был основан на выделении цветовых сигналов вдоль осей проецирования. Второй этап исследования предполагал фильтрацию временного ряда по нужной частоте, выделение детализирующих ком-

понент и последующее нахождение основных статистик вариабельности сердечного ритма [2].

Исходные данные имеют большое количество аномальных значений, которые связаны с тем, что данные были получены неконтактным методом, предполагающим неточности при измерении, связанные с проблемами освещенности и человеческим фактором. Для того, чтобы избавиться от аномалий, сигнал был подвергнут медианной фильтрации.

Далее полученный временной ряд был подвержен кратномасштабному анализу в базе дискретного вейвлет-преобразования для того, чтобы выделить частоты, соответствующие частоте пульса в человеческом теле. С помощью преобразования были получены высокочастотные (шумовые), квазициклические и трендовые детализирующие компоненты, спектральный диапазон которых находился на разных уровнях [3].

Для исследования был выбран широкий диапазон частоты от 0,6 Гц до 4 Гц, соответствующий частоте пульсовой волны в исследованиях ученых-медиков. Были выбраны те детализирующие компоненты вейвлет-пре-

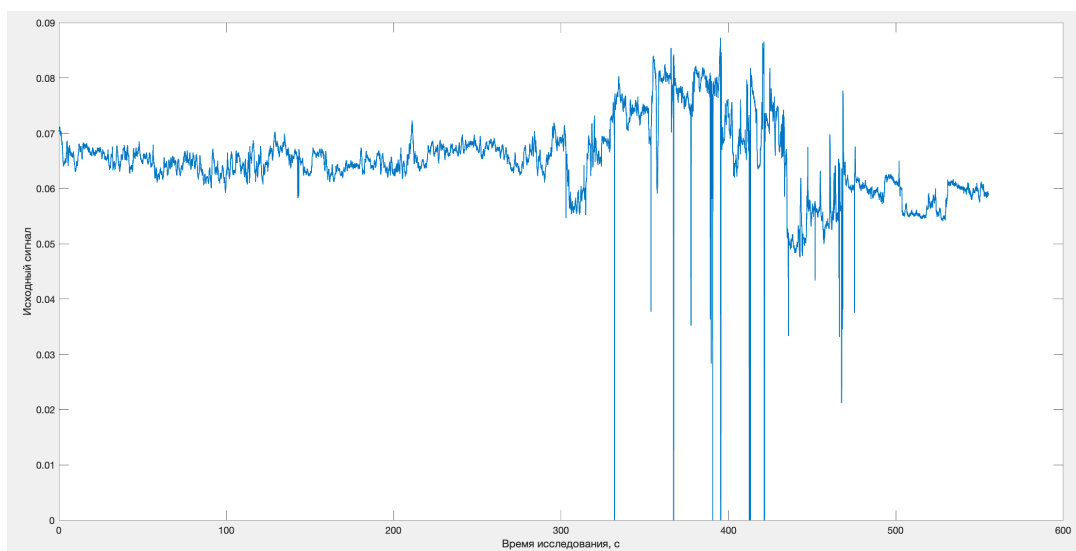


Рис. 2. Исходные данные

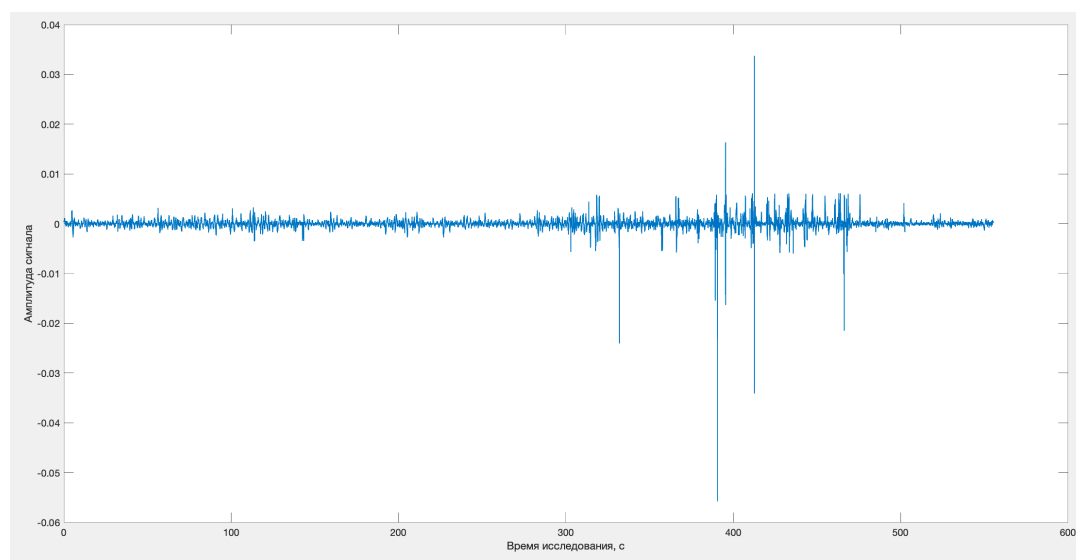


Рис. 3. Результат медианной фильтрации

образования ряда, которые соответствовали теоретическому диапазону частоты.

С помощью суммирования этих компонент была выделена пульсовая волна, которая в дальнейшем была очищена от шумов и артефактов и подвергнута статистическому исследованию. На рисунке 4 приведен спектр пульсовой волны, соответствующий частотному диапазону от 0,6 до 4 Гц.

Для того, чтобы получить необходимые для оценки показателей данные, нужно построить зависимость количества сердечных сокращений в минуту от времени. Для этого нам нужно получить график мгновенных частот для выделенной пульсовой волны. Используем преобразование Гильберта для того, чтобы получить графики мгновенной и накопленной фазы информативного сигнала, по ним оценить мгновенную частоту и, соответственно, мгновенные периоды в любой момент времени на протяжении всего эксперимента [4].

Для того, чтобы получить зависимость мгновенной частоты от времени, находим первую разность накопленной фазы и нормируем значения.

Далее переходим к частоте в Герцах, разделив полученные значения на 2π и на длительность одного кадра. Съемка велась с частотой 30 кадров в секунду, длительность кадра равна $1/30$ секунды. Получаем зависимость мгновенных частот сигнала пульсовой волны от времени. Нам необходимо произвести сглаживание данных. Воспользуемся методом взвешенных наименьших квадратов.

От мгновенных частот необходимо перейти к мгновенным периодам, а затем к зависимости количества сердечных сокращений в минуту от времени. Для этого полученные мгновенные периоды необходимо умножить на 60. Полученная зависимость отображает пульс испытуемого в каждую секунду эксперимента.

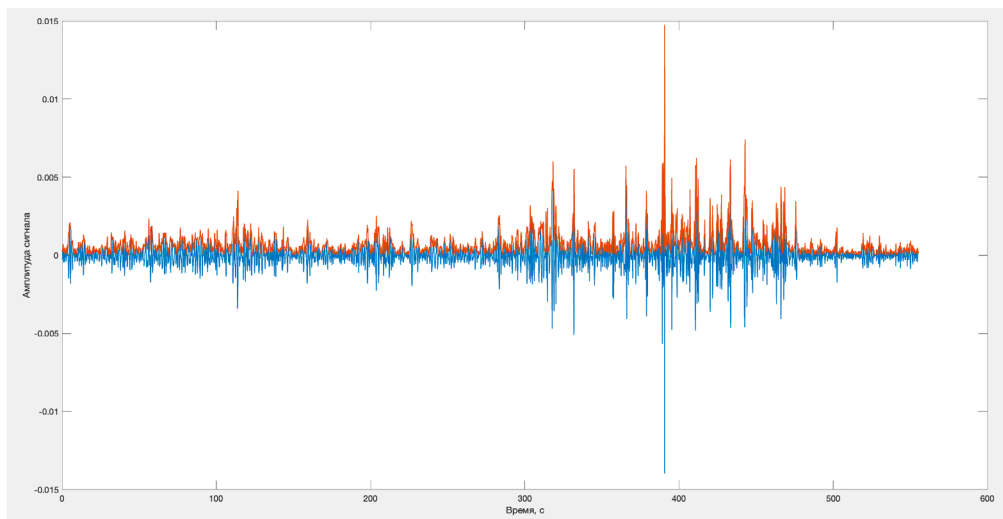


Рис. 5. Пульсовая волна и ее огибающая, полученная с помощью преобразования Гильберта

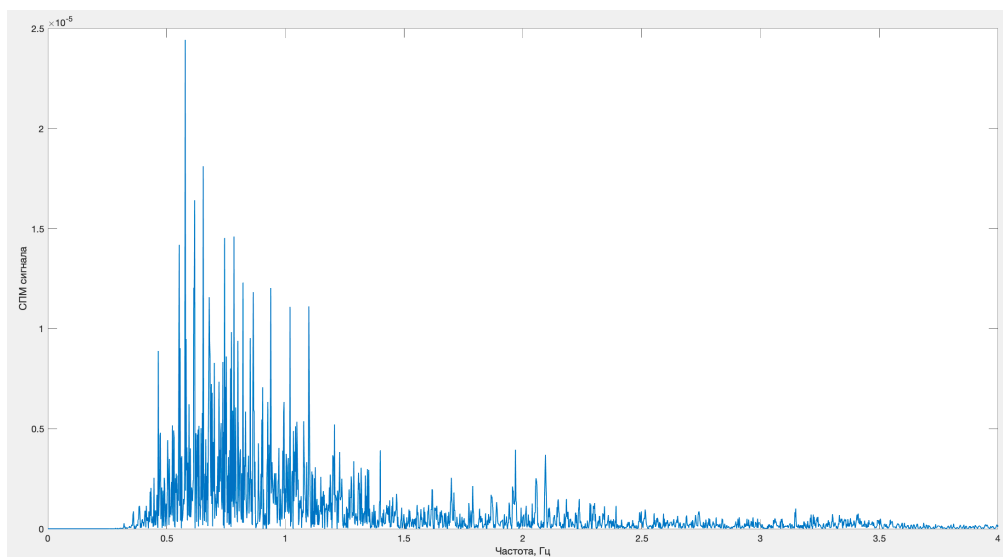


Рис. 4. Спектр выделенной пульсовой волны

Исследуем данные, получим основные статистики ряда и построим гистограмму распределения значений сердечных сокращений от их количества. По полученным статистикам вычисляются необходимые для медицинского исследования характеристики, которые помогают судить, как и о состоянии здоровья в целом, так и о более точных характеристиках, позволяющих оценить пульс, возможные отклонения в циклических колебаниях и общее состояние нервной системы. Исследования показывают, что средний пульс испытуемого принимал значение 60–70 ударов в минуту на протяжении всего исследования. Основные статистики полученного ряда представлены в таблице 2.

В статье были использованы методики структурного анализа variability сердечного ритма, такие как метод динамически вращаемого подпространства, метод

плоскости, ортогональной к коже и метод эмпирической модовой декомпозиции.

Информативный сигнал был подвержен кратномасштабному анализу, в нужном диапазоне частот выделена пульсовая волна и с помощью преобразования Гильберта получена зависимость количества сердечных сокращений в минуту от времени. Данные, полученные экспериментальным путем, обладают высокой точностью по сравнению с эталонными значениями, что позволяет говорить о том, что бесконтактные методы исследования variability сердечного ритма ничем не уступают контактными.

Предлагаемые в статье алгоритмы очень просты в применении и дальнейшем обобщении, для реализации методов требуется только несколько строк кода Matlab, что делает их очень актуальными в современных медицинских исследованиях.

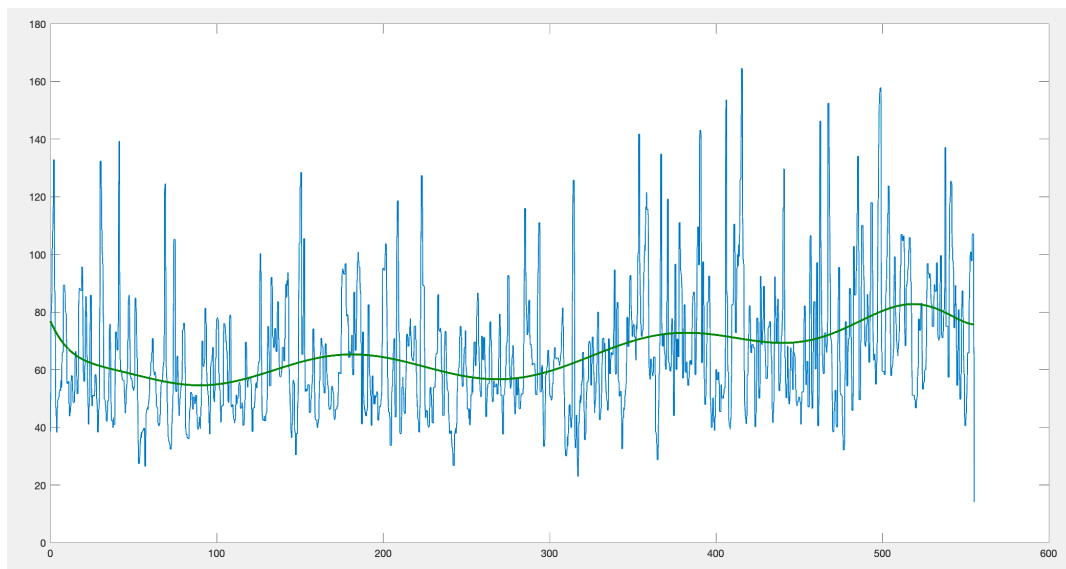


Рис. 6. График зависимости количества сердечных сокращений в минуту от времени эксперимента

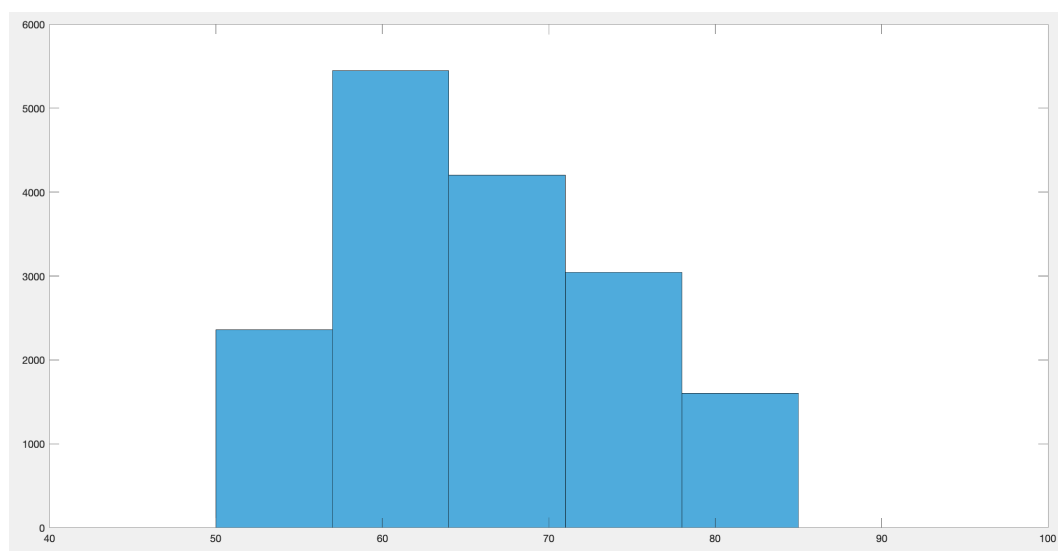


Рис. 7. Гистограмма распределения количества сердечных сокращений

Таблица 2. Основные статистики полученного ряда

Статистический показатель	Величина
Среднее арифметическое	65,83
Медиана ряда	64.63
Вариационный размах	26,18
Разность между 75 % и 25 % квантилями выборки	11,76

Литература:

1. Wang, W.; den Brinker, A.C.; Stuijk, S.; de Haan, G. Algorithmic principles of remote-PPG / IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 64, no. 7, pp. 1479–1491, July 2017.
2. de Haan, G. Jeanne V. Robust pulse-rate from chrominance-based rPPG // IEEE Transactions on biomedical engineering, V. 60, N. 10, 2013, P. 2878–2886.
3. Дремин, И. Л., Иванов О. В., Нечитайло В. А. Вейвлеты и их использование // Успехи физических наук. — 2001. — Т.171. — № 5.
4. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 540 с.

Метод и алгоритм построения распределения характеристик радиационного переноса в моделях сложного теплообмена

Градов Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор;
 Нгуен Дык Бинь, студент
 Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

Рассматривается метод ускорения расчета параметров переноса селективного излучения при моделировании задач механики высокотемпературных сред. Предложен новый метод решения задачи, основанный на функции вывода в нечеткой системе Такаги-Сугено. Приведена оценка эффективности по точности и скорости вычисления распределения характеристики в задачах радиационного переноса.

Ключевые слова: моделирование, метод, ускорение, радиационный перенос, приближенное отображение, приближенное распределение.

Введение

При решении современных задач астрофизики, плазмодинамики, физики газового разряда значительное внимание приходится уделять правильному учету радиационного переноса в условиях сложного дискретно-непрерывного спектрального состава. При этом значительные вычислительные ресурсы тратятся на получение информации о спектральной зависимости потоков излучения. В этой ситуации актуальной задачей является сокращение машинного времени на вычисления. Выполнение данной задачи возможно в случае обеспечения предварительного формирования массивов данных на основе точных квантово-механических и энергетических расчетов дивергенции интегрального по спектру потока излучения в привязке к фиксированным температурным распределениям.

В ходе решения уравнения энергии аппроксимация на полученном массиве данных позволяет получить существенный выигрыш по времени.

1. Формулировка задачи построения приближенного отображения

Пусть F и G — дискретно-непрерывные пространства над \mathbb{R} . Считаем, что пространство G имеет функциональную зависимость от пространства F , если для каждой входной функции f в F существует одно и только одно соответствие g на выходном пространстве G . Целью данной работы является разработка метода получения выходного распределения g при известном наборе функциональных пространств и входной функции f . Сформулируем решение данной задачи на основе функции вывода в системе нечеткой логики Такаги-Сугено.

2. Способ получения приближенного отображения между двумя функциональными пространствами

Идея функции вывода нечеткой модели Такаги-Сугено заключается в том, что за счет использования систем нечетких правил оказывается возможным, не выходя за рамки линейных зависимостей, учитывать то, что влияние объясняющих переменных на объясняемые при различных условиях может быть разным [1] [2]. В системе вывода Такаги-Сугено четкое значение переменной вывода вычисляется следующей формулой:

$$\omega = \frac{\sum_k \omega_k \mu_k}{\sum_k \mu_k} \tag{1}$$

где μ_k — коэффициент достоверности k -го правила (или уровень зависимости).

Т. к. в нашей задаче распределение в выходном пространстве имеет зависимость со всех входных распределений, следует учитывать эти зависимости как правила, таким образом, они имеют свой уровень зависимости от точного расчета [3].

Процесс построения приближенного распределения ведется итерационно. Каждое правило имеет следующий вид:

$$R^{(k)}: \text{if } f^{(k)} \text{ and } f \text{ are neighbor then } g_i^{(k)} \text{ is approximate } (f_i^{(k)}, f_i) \tag{2}$$

где k — номер правила;

neighbor — оценка зависимости между двумя распределениями в одном пространстве;

approximate — функция аппроксимации, $i = \overline{1, m}$.

Пусть $f = \langle f_1, f_2, \dots, f_m \rangle$ и $g = \langle g_1, g_2, \dots, g_m \rangle$ — входная функция в F и её отображение в G соответственно. Коэффициенты достоверности i -го элемента k -го правила вычисляется общей формулой [4]:

$$\mu_i^{(k)} = \frac{f_i}{f_i^{(k)}}, i = \overline{1, m} \tag{2}$$

В результате приближенное отображение i -го элемента равно:

$$g_i = \frac{\sum_k g_i^{(k)} \mu_i^{(k)}}{\sum_k \mu_i^{(k)}} \tag{3}$$

Для анализа точности метода в качестве критериев при проведении итерационного процесса используется среднеквадратичная ошибка прогноза $RMSE$, которая вычисляется по следующей формуле:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (g_i^0 - g_i)^2}{m}} \tag{4}$$

где $g^0 = (g_1^0, g_2^0, \dots, g_m^0)$ — расчёт точного отображения функции f в G .

3. Схема поиска выходного приближенного распределения

Приведена схема вычисления приближенного распределения (рис. 1).

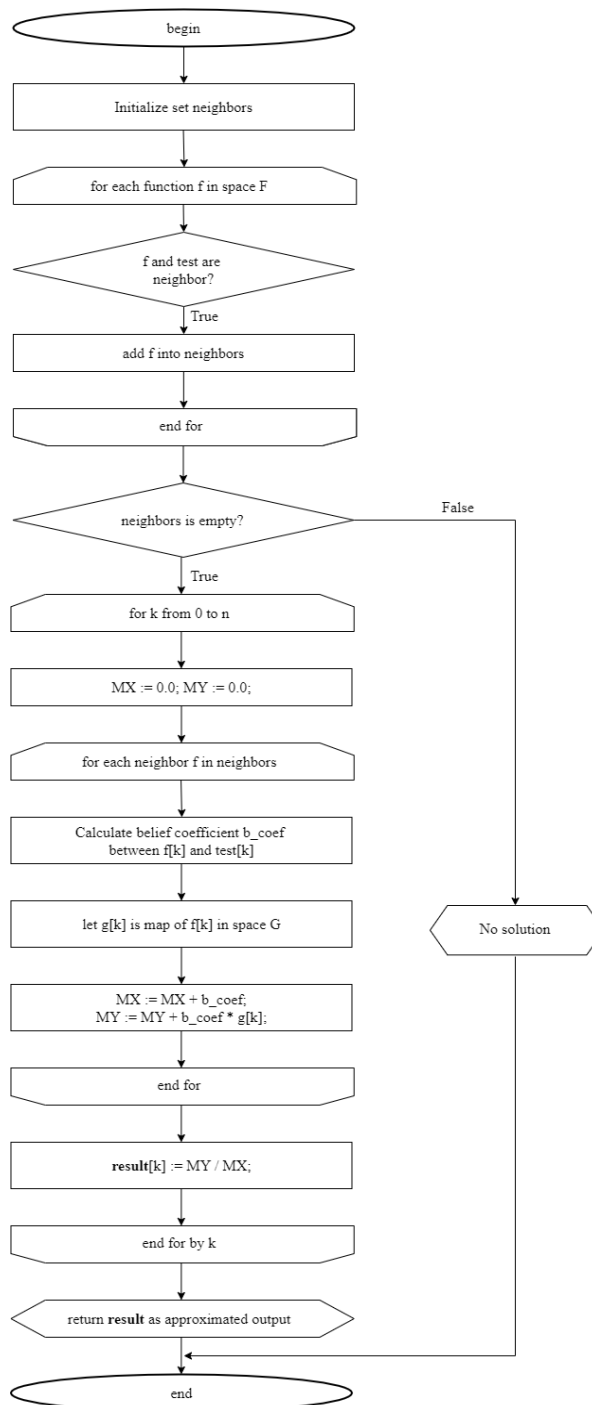


Рис. 1. Схема вычисления приближенного распределения

Замечание:

- на входе задаётся набор (F, G) , обозначающий исходное пространство;
- **test** — исходное распределение, **result** является выходным приближенным распределением;
- коэффициент достоверности b_coef и приближенное значение выходной функции могут быть вычислены линейным или логарифмическим алгоритмом;
- при пустом множестве соседних элементов процесс вычисления приближенного распределения не выполняется. На практике необходимо подбирать условие так, чтобы множества соседних элементов имели хотя бы один элемент.

4. Применение разработанного метода в задаче радиационного переноса

В данном разделе рассматривается применение нового метода для повышения дифференциальных приближений к решению задачи определения радиационных характеристик в задачах радиационного переноса цилиндрической фигуры. Решение прямым (точным) методом является неэффективным и требует объемных вычислений [4] [5] [6].

Уравнение радиационного переноса имеет следующий вид [7]:

$$\begin{cases} F_v = -\frac{c}{3k_v} \nabla U_v \\ \text{div} F_v = ck_v(U_{vp} - U_v) \end{cases} \tag{5}$$

Дивергенция потока излучения вычисляется по формуле:

$$\text{div} F = c \int_v k_v(T) (U_{vp}(T) - U_v(T)) dv \tag{6}$$

Здесь ν — частота, U_ν — плотность излучения, представляющая собой интеграл от интенсивности излучения I_ν по всем направлениям цилиндрического пространства Ω ; $U_{\nu\nu}$ и $I_{\nu\nu}$ определяют плотность и интенсивность равновесного излучения; F_ν — спектральный поток излучения и $\text{div} F_\nu$ — соответственно частная дивергенция потока излучения; k_ν — коэффициент поглощения и T — функция распределения температурного профиля.

Рассмотрим решение данной задачи разработанным методом приближенного отображения. На входе программы принимает температурный профиль T , пространство дивергенции потока D (см. рис. 2).

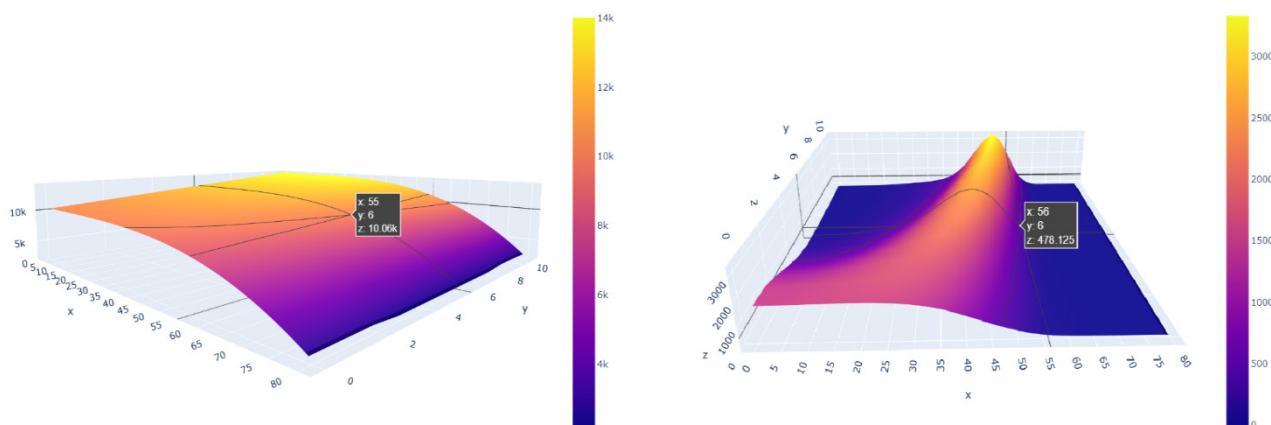


Рис. 2. Двумерное представление пространств температуры (слева) и дивергенции потока (справа)

5. Результаты вычисления и экспериментов

Проведены расчеты приближенного распределения дивергенции потока при заданном распределении температуры с помощью распараллеливания (Рис. 3). Показывается хорошее качество приближенного распределения. Выходная функция стремится к точным, её абсолютная ошибка для всех точек в приближенной функции равна 0.1–5 %.

Проведен расчёт времени реализации распараллеливания процессов вычисления приближенного отображения с использованием технологии OpenMP [8] [9].

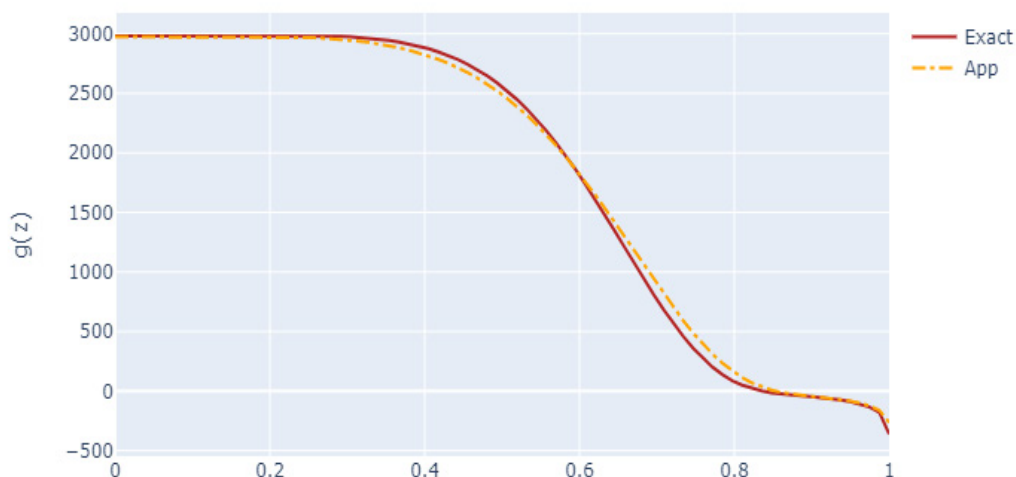


Рис. 3. Представление расчёта дивергенции потока методом приближенного отображения по сравнению с точным методом при распараллеливании процессов

Таблица 1. Расчёт времени вычисления приближенного распределения при распараллеливании процессов (количество потоков (0, 4, 8))

	Без параллеливания	4 потока	8 потоков
Время (мс)	8.40702	1.99991	0.99995

При распараллеливании процессов наш метод работает быстрее, чем в обычной среде. Из результата эксперимента можем сделать вывод о том, что разработанный метод практически ускорит процесс в n раз при использовании n потоков.

Результат сравнения времени вычисления распределения характеристик разработанным и точным методами показан на рисунке 4.



Рис. 4. График расчёта времени вычисления двух методов: точный метод и метод приближенного отображения

Видно, что разработанный нами метод занимает меньше времени на вычисления. Это можно объяснить тем, что в прямом методе требуется огромный объём вычислений, сложность этого алгоритма есть $O(n^4)$. Метод приближенного отображения имеет сложность $O(mn)$ в худшем случае, при $m \sim n$ он приближается к $O(n^2)$. Разработанный метод выполняется со сложностью $O(n)$ в реальности, т. е. он ускоряет процесс вычислений на три порядка.

Эксперименты показывают, что качество аппроксимации функции является практически надежным. Вследствие применения данного подхода реализуется ускорение вычисления дифференциальных приближений в задачах радиационного переноса.

Заключение

На основе функции вывода в нечеткой логике разработан метод приближенного отображения температурного профиля на пространство распределения дивергенции потока излучения применительно к задачам моделирования процессов в цилиндрических объемах высокотемпературных сред. Показано, что разработанный метод дает результаты, отличающиеся от полученных точным методом в пределах 4–5 %. При этом быстродействие метода приближенного отображения почти на три порядка выше прямого метода.

Литература:

1. Ю. Н. Хижняков. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейронечеткого управления в системах реального времени. // Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2013.
2. Е. В. Кочергин, Т. М. Леденева, А. В. Алтухов. Об одном подходе к аппроксимации функции с помощью систем Takagi-Sugeno // Воронежский государственный университет, 2008.
3. Butkiewicz, B., Rutkowski L., Kasprzyk J. Simple modification of Takagi-Sugeno Model // Neural Networks and Soft Computing. — № 11, 2003.
4. R. E. Bellman, L. A. Zadeh Decision making in a fuzzy environment. Management Science, 17, 141–164, 1970.
5. Градов, В. М., Желаев И. А., Коробков С. С. Математическое моделирование и экспериментальное исследование процессов в разрядных импульсно-периодических источниках излучения с ксеноновым наполнением. Научно-технический вестник Поволжья 2018 — № 2.
6. Gradov, V. M., Gavrish S. V., Rudakov I. V. Simulation of electrophysical processes in pulse-periodic tubular sources of powerful infrared radiation with sapphire shells. Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N. E. Baumana, Priborostr. [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Instrum. Eng.], 2017, no. 6, pp. 130–145 (in Russ.). DOI: 10.18698/0236–3933–2017–6–130–145
7. В. М. Градов. Программно-математическое обеспечение для научных исследований систем с доминирующей ролью радиационных процессов. ISSN 0236–3933. Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. «Приборостроение». 2012.
8. А. С. Антонов. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP.// Издательство МГУ, 2009.
9. Tim Mattson, Larry Meadows. A «Hands-on» Introduction to OpenMP./ <https://www.openmp.org/wp-content/uploads/omp-hands-on-SC08.pdf>

Сравнение программных инструментов управления проектами (PMST)

Немудров Дмитрий Сергеевич, студент магистратуры
Международный университет информационных технологий (г. Алматы, Казахстан)

Использование автоматизированных программных средств имеет важное значение для успешного планирования и управления проектами. В этой отрасли было разработано много автоматизированных программных средств. Литература о том, как выбрать подходящие программные средства управления проектами, весьма ограничена. В данной статье приводится сравнение набора программных средств управления проектами (PMST). В этом исследовании, во-первых, мы разработали критерии для определения того, какие PMST будут подлежать нашему анализу. Затем мы разработали критерии для сравнения и оценки этих PMST. Наконец, мы представляем наши выводы. Наши выводы помогут руководителям проектов оценить сильные и слабые стороны этих инструментов. Ключевые слова-Управление проектами, программные средства управления проектами, PMST 1. Введение количество доступных на рынке автоматизированных инструментов управления проектами стремительно растет. После значительного развития этих инструментов многие руководители проектов начали использовать различные программные средства управления проектами для управления и поддержки своей проектной деятельности. Эти инструменты в основном используются при

планировании, мониторинге и контроле проектов. Функции, предоставляемые этими инструментами, различаются. Менеджеры проектов должны выбрать подходящий набор инструментов с необходимыми функциями среди многих инструментов, найденных на рынке. Согласно Capers Jones [18], в сложных программных проектах успешное планирование проектов в значительной степени использует автоматизированные инструменты планирования проектов. Следовательно, для владельцев или менеджеров проектов становится важным выбрать наиболее подходящий инструмент или набор инструментов для своих потребностей в управлении проектами. В данном исследовании мы проанализировали набор программных средств управления проектами (PMST). Затем мы сравнили эти инструменты, используя набор критериев. В дополнение к разработанным нами критериям мы использовали критерии, перечисленные в работе [12]. В конце мы представим наши выводы. Наша цель в этом исследовании — помочь руководителям проектов в выборе программных средств управления проектами.

Ключевые слова: управление проектами, программные средства управления проектами, PMST

1. Введение

Количество доступных на рынке автоматизированных инструментов управления проектами стремительно растет. После значительного развития этих инструментов многие руководители проектов начали использовать различные программные средства управления проектами для управления и поддержки своей проектной деятельности. Эти инструменты в основном используются при планировании, мониторинге и контроле проектов. Функции, предоставляемые этими инструментами, различаются. Менеджеры проектов должны выбрать подходящий набор инструментов с необходимыми функциями среди многих инструментов, найденных на рынке. Согласно Capers Jones [18], в сложных программных проектах успешное планирование проектов в значительной степени использует автоматизированные инструменты планирования проектов. Следовательно, для владельцев или менеджеров проектов становится важным выбрать наиболее подходящий инструмент или набор инструментов для своих потребностей в управлении проектами.

В данном исследовании мы проанализировали набор программных средств управления проектами (PMST). Затем мы сравнили эти инструменты, используя набор критериев. В дополнение к разработанным нами критериям мы использовали критерии, перечисленные в работе [12]. В конце мы представим наши выводы. Наша цель в этом исследовании — помочь руководителям проектов в выборе программных средств управления проектами.

2. Исследование

2.1 Выбор инструментов

Сегодня существует огромное количество постов. Мы расширили наше исследование, включив в него несколько таких инструментов, поскольку наша цель состоит в том, чтобы предоставить средства для сравнения инструментов, но не для сравнения их всех. Для данного исследования мы разработали следующие критерии выбора программных средств управления проектами, которые будут включены в данное исследование:

1. Будучи предметом других смежных исследований [1,18,20,21,23].
2. Используется другими людьми, кроме его разработчиков [1].

3. Популярность в сообществе управления проектами по данным форумов, блогов и других неофициальных сайтов.

4. Возможность доступа к информации об инструменте. форумы, блоги и другие неофициальные сайты мы выбрали 10 PMST, которые соответствуют нашим критериям отбора. Мы считаем, что последний критерий также важен, поскольку руководители проектов вряд ли выберут инструмент, о котором они не имеют достаточных знаний.

Список инструментов, подлежащих данному исследованию, выглядит следующим образом:

1. Assembla [2]
2. BaseCamp [3]
3. DotProject [4]
4. GanttProject [5]
5. LiquidPlanner [6]
6. Artemis View [7]
7. OpenWorkbench [8]
8. Open Proj [9]
9. Primavera [10]
10. MS Project [11]

Мы отмечаем, что эти инструменты не следует рассматривать как лучшие инструменты или наиболее успешные инструменты на рынке. Мы не продвигаем ни один из этих PMST, упомянутых выше. Эти инструменты — всего лишь предметы нашего исследования.

2.2 Критерии

Сравнения для оценки этих инструментов мы определяем основные функции и основные характеристики, которые обеспечивают основу для процесса оценки. В работе [12] были выбраны и определены двенадцать критериев (1–12) для сравнения и оценки инструментов управления программными проектами. Мы добавили еще пять критериев. Окончательный список включает в себя 17 критериев:

1. Планирование задач
2. Управление ресурсами
3. Сотрудничество
4. Отслеживание времени
5. Оценка
6. Оценка рисков
7. Управление изменениями
8. Анализ проекта / отчетность

9. Управление документами
 10. Средства коммуникации
 11. Метод разработки технологического процесса
 12. Управление портфелем ценных бумаг
 13. Контроль доступа
 14. Управление качеством
 15. Сетевой
 16. Лицензия
 17. Отслеживание проблем

2.3 Обзор PMSTs

В этом разделе мы приводим обзор PMST. Информация в этом разделе была собрана с официальных веб-сайтов инструментов, подлежащих данному исследованию.

Assembla — это инструмент для совместного управления проектами с открытым исходным кодом, который используется в коммерческих целях. Это позволяет компаниям нанимать свои РМ-приложения онлайн [13] и, таким образом, помогает компаниям уменьшить свои расходы на разработку программ в обмен информацией, отслеживание времени и система обмена сообщениями. Она также фокусируется на коммуникации и сотрудничестве [3].

DotProject: это веб-инструмент управления проектами, разработанный компанией dot Marketing Inc. Для того чтобы обратиться к широкому сообществу пользователей, он имеет многоязычную поддержку [4].

Он возник как альтернатива Microsoft Project с открытым исходным кодом. Согласно его официальному веб-сайту [4], его функции таковы:

- простой пользовательский интерфейс;
- функции управления проектами, такие как совместная работа;
- открытый доступ, свободное использование;
- управление пользователями;
- система оповещения о неполадках на основе электронной почты, (интегрированная voxel.net управление клиентами / компаниями;
- списки проектов;
- иерархический список задач;
- файловый депозитарий;
- список контактов;
- календарь;
- дискуссионный форум;
- разрешения на основе ресурсов.

GanttProject: это программное обеспечение для управления проектами с открытым исходным кодом на основе Java, которое работает под управлением Windows, Операционные системы Linux и Mac OS X [5].

Члены команды и их информация, такие как учетные записи электронной почты, телефонные номера могут быть добавлены к инструменту, а задачи могут быть назначены каждому из членов команды. Ключевая особенность GanttProject заключается в том, что он сохраняет файлы с помощью ан.формат xml, таким образом, делает их доступными через интернет. Его функции [19]:

- иерархия задач и зависимости;

- диаграмма Ганта;
- диаграмма загрузки ресурсов;
- генерация диаграммы PERT;
- отчеты в формате PDF и HTML;
- импорт/экспорт MS Project;
- обмен данными с электронными таблицами;
- групповая работа на основе WebDAV.

LiquidPlanner: это веб-независимый от платформы инструмент, который использует вероятностные подходы к оценке для управления неопределенностью. Согласно официальному веб-сайту [6], его функциями являются:

- несколько проектов;
- интеллектуальное планирование;
- безболезненное отслеживание времени;
- общий доступ к файлам;
- интеграция электронной почты;
- Проектные порталы.

Artemis Views: Artemis Views — это интегрированное приложение для управления корпоративными проектами и ресурсами. Он рекламируется как способный предложить планирование проекта, планирование, распределение ресурсов и отслеживание, управление заработной стоимостью и отчетность по времени с помощью одного синхронизированного набора продуктов. Это набор приложений, используемых для управления несколькими проектами с любого уровня проекта, деятельности или ресурса.

Он имеет логически разработанные модули, позволяющие создавать индивидуальные решения, направленные на решение конкретных задач любой организации для проекта. Artemis работает на платформах Windows и web и работает с базами данных Microsoft SQL Server и Oracle. Его основными функциями являются [23]:

- Управление проектами;
- расширенное планирование;
- расширенное планирование MSP;
- отчетность по времени;
- Управление заработной стоимостью;
- управленческая отчетность.

OpenWorkbench: это инструмент с открытым исходным кодом, разработанный в качестве альтернативы Microsoft Project, который представляет собой надежный график планирования и управления проектами. Основное отличие от Microsoft Project заключается в том, что Open Workbench делает планирование на основе усилий, в то время как планирование MS Project фокусируется на продолжительности.

На его официальном веб-сайте [8] указаны следующие функции:

- Планирование и Управление проектами;
- управление ресурсами;
- планирование проектов;
- обзор проектов.

Open Proj: это инструмент управления настольными проектами с открытым исходным кодом. Многие функции совпадают с MS Project. Главное отличие от MS Project за-

ключается в том, что он предназначен для удовлетворения потребностей небольших команд. OpenProj — это Java-приложение, основанное на платформе independent. Согласно его официальному веб-сайту [9], его функции таковы:

- стоимость заработанной стоимости;
- диаграмма Ганта;
- диаграмма PERT;
- структура распределения ресурсов (RBS);
- отчеты об использовании задач;
- структура распределения работ (WBS);
- сетевая диаграмма;
- простая отчетность о задачах и ресурсах;
- импорт / экспорт файлов проектов с MS Project.

Primavera: Primavera Project Planner (P3) — это не веб-инструмент управления, ориентированный на большие и сложные проекты. Он в основном используется в машиностроении и строительстве предприятий. Primavera была разработана компанией Oracle. Также были выпущены другие сопутствующие приложения, такие как управление портфелем проектов. Благодаря безопасному доступу P3 позволяет управлять несколькими проектами в многопользовательской среде.

Особенности, изложенные на официальном веб-сайте [10], заключаются в следующем:

- выбор правильного стратегического сочетания проектов;
- обеспечение проекта, корпоративного управления;
- совершенствование процессов и методов;
- улучшение взаимодействия проектной команды;
- измерение прогресса в достижении целей;
- обеспечение соответствия проекта стратегии;
- успешное завершение большого числа проектов и предполагаемая окупаемость.

MS Project: этот инструмент управления проектами, разработанный корпорацией Майкрософт, призван предложить руководителям проектов разрабатывать планы проектов и требования, назначать задачи работодателям и контролировать состояние проектов. Кроме того, в MS Project пользователи разделяются на группы в зависимости от назначенных им задач или должностей. Таким образом, пользователи могут иметь различные уровни доступа к различным проектным документам.

С помощью надстройки MS Project Server MS Project можно использовать для облегчения совместной работы в интернете. В качестве резюме, как рекламируется на официальном веб-сайте [11], его функции таковы:

- совместная работа;
- коммуникация;
- управление задачами;
- Управление проектами;
- быстрый доступ к информации;
- улучшенный интерфейс;
- управление портфелем;
- Управление документами.

3. Анализ

Мы суммируем наши выводы. Для каждого из инструментов мы исследовали, поддерживает ли этот инструмент функциональность или функции, перечисленные ранее в качестве 17 критериев, разработанных для данного исследования. Если инструмент поддерживает определенную функциональность или функцию, мы ставим галочку; в противном случае мы ставим нет. Некоторые функции требуют экспериментирования с инструментом. Таким образом, мы помещаем «N.E.» в соответствующую ячейку таблицы. Один из инструментов поддерживает онлайн-встречи scrum. Мы ставим «S. M.», чтобы указать на эту особенность.

Наш анализ показывает, что ни один из этих инструментов не предоставляет всей функциональности или функций. Некоторые из этих функций существуют почти во всех инструментах. К ним относятся планирование задач, управление ресурсами, совместная работа и управление документами. Кроме того, большинство инструментов имеют веб-интерфейс. Мы хотели бы отметить, что существует также довольно большое количество программных средств управления проектами с открытым исходным кодом, доступных практикам. Половина инструментов, которые мы проанализировали, являются открытыми исходными кодами или не требуют лицензии. Некоторые функциональные возможности требуют дальнейшего изучения. К ним относятся управление изменениями, метод разработки процессов и управление качеством.

В этом исследовании мы просто определили, поддерживают ли эти инструменты перечисленные функции или функциональные возможности в некоторой степени. Конечно, качество функциональности, обеспечиваемой этими инструментами, варьируется, и мы считаем, что этот вопрос требует дальнейшего изучения.

4. Выводы и работа

В то время как количество программных средств управления проектами (Pmst) растет, менеджеры должны выбрать подходящий инструмент для своих проектов. В этом исследовании мы выбрали набор PMST и исследовали их. Далее мы определили критерии, которые могут быть использованы для сравнения этих и других инструментов на рынке. Наконец, мы приводим наши выводы.

Это исследование позволяет руководителям проектов и членам команды быстро получить представление об инструментах, подлежащих нашему исследованию, и оценить их сильные и слабые стороны. Кроме того, мы стремимся помочь руководителям проектов в выборе соответствующих PMST, предоставляя набор критериев.

Это исследование является первым шагом в нашей будущей серии исследований. В качестве следующего шага мы хотели бы провести опрос среди руководителей проектов и членов проектной команды о том, как они выбирают PMST. Кроме того, мы хотели бы определить их потребности в программном средстве управления проектами. Выявление этих потребностей поможет разработчикам инструментов. Еще одним направлением ис-

следований может стать разработка основы для PMST. С помощью этой структуры мы сможем классифицировать инструменты и еще больше углубить наше пони-

мание того, как эти инструменты на самом деле используются. Еще одно исследование будет посвящено выявлению и разработке показателей для PMST.

Литература:

1. <http://www.ddj.com/development-tools/220301068>
2. <http://www.assembla.com>
3. <http://basecamp.com>
4. <http://www.dotproject.net>
5. <http://ganntproject.biz>
6. <http://www.liquidplanner.com>
7. <http://www.aisc.com>
8. <http://www.openworkbench.org>
9. <http://openproj.org/openproj>
10. <http://www.oracle.com/primavera>
11. <http://office.microsoft.com>
12. Норита Ахмад Н. И Лаплант П. А. «Программный проект инструменты управления: принятие практического решения с использованием», материалы 30-го ежегодного семинара IEEE / NASA Мастерская по разработке программного обеспечения, 24–28 апреля 2016 года, Колумбия, Мэриленд, США, стр. 76–84.
13. «Development 2.0: Borrowed infrastructures». JavaWorld. May 21, 2009. <http://www.javaworld.com/community/>
14. «Прикладная Теория Сетей». О’Рейли Медиа. 11 февраля 2013 года. <http://www.xml.com/pub/a/ws/2003/02/11/udell>
15. Sarma and A. van der Hoek, «Towards Awareness in the Large» Proc. Международной конф. Глобальное Программное Обеспечение Engineering (ICGSE 06), IEEE CS Press, 2016, PP.127–131.
16. G. Booch and A. W. Brown, «Collaborative Development Environments», Advances in Computers, vol. 59, 2003, с. 2–29.
17. Barry, W. Bohem, «Software Risk Management: Principles and Practices», IEEE Software Vol. 8 No Январь 1991 года, стр. 32–41
18. Capers Jones, «Software Project Management Practices: Failure versus Success», Crosstalk — The Journal of Defense Software Engineering, Oct 2004.
19. <http://en.wikipedia.org/wiki/GanttProject>
20. Дункан Хоуи, «взгляд на управление программами», <http://www.projectsart.co.uk> апрель 2011 года.
21. Margo Visitacion, «управление портфелем проектов», Forrester’s Ultimate Consumer Panel, 13 марта 2016 года.
22. Kastor, A. and Sirakoulis, K., «the effectiveness of resource levelling tools for resource constraint project scheduling problem», International Journal of Project Management, doi:10.1016/j.ijproman.2008.08.006., 2008

Применение Data mining для поддержания конкурентоспособности организаций

Стюхин Илья Сергеевич, студент магистратуры
Юго-Западный государственный университет (г. Курск)

В статье исследуются особенности технологии интеллектуального анализа данных, описываются управленческие задачи, в решении которых целесообразно использовать данную технологию. Уделено отдельное внимание использованию интеллектуального анализа данных для повышения конкурентоспособности организаций.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, конкурентоспособность, типы закономерностей, бизнес аналитика.

Стремление организаций эффективно использовать концепцию маркетинга в условиях растущей конкуренции обращает производителей товаров и услуг к потребителю. Организациям необходимо не только выяснить, удовлетворены ли клиенты их продуктами и услугами, но и понять, почему они удовлетворены и что заставит их

остаться такими в долгосрочной перспективе. В первом случае важны внешние показатели, во втором — поиск причин этих показателей. Применение аналитических инструментов к большому объёму собранной информации способствует более глубокому пониманию поведения покупателей.

Это значит, что в эпоху информационной эры предприятия должны рассматривать собранные данные как источник конкурентного преимущества. Data Mining — многообещающий метод, позволяющий выяснить потенциальную ценность данных, хранящихся в организациях. Применение интеллектуального анализа и других инструментов анализа данных предоставляет менеджерам полезную информацию для принятия управленческих решений. Применяя интеллектуальный анализ данных, они действуют как «информационные сыщики» — анализируют данные для лучшего понимания текущих и прошлых хозяйственных операций, делают прогноз будущих результатов, чтобы потом затормозить развитие нежелательных явлений и создать положительные условия для развития прогрессивных.

В интеллектуальном анализе данных используются алгоритмы для поиска в выборке исходных данных ранее неизвестных, нестандартных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, которые помогают организациям более эффективно конкурировать на рынке. Раскрывая шаблоны в наборе данных, интеллектуальный анализ может более эффективно прогнозировать, связывать и кластеризовывать события, продукты или клиентов, чтобы организация могла предоставлять покупателям более качественные продукты или услуги.

Чтобы описать возможности интеллектуального анализа данных, можно провести следующую аналогию. На сегодняшний день существует различное программное обеспечение для баз данных, которое способно выполнять различные запросы к ним. Эти запросы позволяют пользователю извлекать информацию из больших баз данных. Но для того чтобы их выполнить, пользователь должен сначала знать и указать конкретный запрос, прежде чем программное обеспечение базы данных сможет извлечь данные по нему.

В работе интеллектуального анализа данных все наоборот. Пользователь не знает, какие запросы он хочет задать заранее. Он просто использует интеллектуальный анализ, чтобы осуществить поиск в огромных базах данных и выявить в них закономерности, которые могут быть ему полезны. Выполняя запрос к базе данных, пользователь точно уверен, что в ней есть искомая информация, в то время как в интеллектуальном анализе пользователь находит знания, про существование которых в базе данных ему может быть ничего не известно. Такой анализ называется «извлечением знаний», нетривиальным процессом, позволяющим идентифицировать действительные, новые, практичные и узнаваемые шаблоны данных, хранящихся в огромных базах данных.

Сегодня организации начинают понимать, что эффективное использование аналитической отчётности дает им конкурентное преимущество. Это также верно и для бизнеса в интернете. Это обусловлено главным образом большим количеством данных, сформированных благодаря достижению информационных и коммуникационных технологий, а также растущим использованием

интернета для ведения деловых операций. Различные методы получения данных, такие как ассоциация, кластеризация, классификация, оценка и прогнозирование, в настоящее время используются во многих отраслях [1].

Технология интеллектуального анализа данных широко применяется в розничной торговле. Например, если сеть продуктовых магазинов использует модель ассоциации, то она может выявить, что большой процент людей, покупающих спортивные принадлежности по выходным, также приобретают спортивные журналы вместе с ними. Результаты данного анализа помогают розничным компаниям осуществлять перекрестную продажу продуктов, разрабатывать целевые рекламные акции и разрабатывать более эффективные схемы размещения продуктов на полках. Хорошим примером является интернет-магазин книг или музыки, в котором при покупке или при выборе конкретного предмета, онлайн продавец предлагает покупателю другие предметы аналогичного жанра. На веб-сайтах интернет-компаний также могут размещать свои товары, которые обычно покупаются вместе, на одной веб-странице, чтобы побудить онлайн-клиентов купить больше товаров, чем обычно.

Кластеризация, как метод анализа данных, обычно используется предприятиями для сегментации клиентов. Также её используют для поддержки маркетинговых акций, целевых продаж и для определения клиентских сегментов с хорошей и плохой кредитной историей. Последнее особенно важно в страховой и банковской отраслях. Кластеризация также может применяться для обнаружения мошенничества. Например, в процессе проверки кредитных карт модели интеллектуального анализа данных могут использоваться для обнаружения возможных мошеннических транзакций по кредитным картам. Одним из наиболее распространенных методов, используемых в кластеризации, является алгоритм *k*-средних, использующий евклидово расстояние для идентификации различных кластеров в данных [2].

Для бизнеса в интернете способность определить сегменты клиентов, кредитные риски или мошеннические транзакции в режиме реального времени имеет решающее значение для конкурентоспособности организации и для снижения её финансовых рисков. В случае онлайн-покупки, данные кредитной карты будут введены на веб-сайте. Затем информация передастся через интернет в процессинговый центр для проверки, аутентификации и одобрения. Именно в процессинговом центре можно применять модели обнаружения мошенничества, предоставляемые интеллектуальным анализом данных (кластеризация), для оценки возможности поддельных и украденных карт. С помощью быстрого анализа платежей по карте может быть отнесен к категориям низкой или высокой вероятности риска мошенничества, и может быть инициировано автоматическое решение: принимать или отклонять платеж по карте.

Помимо кластеризации и ассоциации, другими часто используемыми задачами интеллектуального анализа данных в бизнес-приложениях являются классификация, оценка и прогноз. Они основаны на индуктивном обу-

чении. В классификации цель состоит в том, чтобы отнести записи в определенные классы. Зависимая переменная обычно является категориальной. Оценка схожа с классификацией, однако зависимая переменная обычно числовая. Оба метода пытаются предсказать, в каком определенном классе должен быть размещен новый объект (запись в наборе данных). В прогнозировании цель состоит в том, чтобы определить будущий результат, а не отнести новые объекты в заранее определенные классы.

Применяя эти методы для выявления мошенничества с кредитными картами, классификацию можно использовать для обнаружения покупок, совершаемых с использованием поддельных и украденных кредитных карт. Для выявления вероятности того, что кредитная карта может быть украдена, используют оценку. А для нахождения приблизительного числа карт, которые могут быть украдены в следующие 6 месяцев, используется прогноз. Хотя классификация, оценка и прогноз могут использоваться для различного круга задач, чаще всего их применяют для моделирования ситуаций по снижению клиентооборота.

Литература:

1. Паклин, Н. Б., Орешков В.И Бизнес-аналитика от данных к знаниям — СПб.: Питер ISBN, 2016. — 858 с
2. Барсегян, А. А. Анализ данных и процессов СПб: БХВ-Петербург, 2009. — 488 с.

Моделирование оттока клиентов показывает, какие покупатели, вероятно, перестанут пользоваться услугами организации в ближайшем будущем. Это может помочь руководству определить вероятность того, что текущий онлайн-клиент переключится на конкурирующую фирму для приобретения её товаров и услуг. Если такая вероятность в ближайшем будущем высока, могут быть приняты специальные меры для предотвращения переключения клиентов на конкурентов. Они включают в себя предоставление скидок, снижение цен и другие заманчивые предложения для клиента.

Таким образом, по мере увеличения объёма данных в организациях становится всё более востребованным использование интеллектуального анализа в бизнес аналитике. Руководители начинают понимать, что его применение обеспечивает им конкурентное преимущество. Интеллектуальный анализ данных выступает как стратегический инструмент для улучшения ключевых областей бизнеса, таких как клиенты, бизнес-операции, цепочка поставок и т. д.

Проектирование программного обеспечения на базе экспертной системы «Выявление психологических отклонений»

Чалыкина Екатерина Геннадиевна, студент магистратуры;
Сухан Ирина Владимировна, старший преподаватель
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

В статье представлены этапы разработки полноценной экспертной системы, которая посредством взаимодействия с пользователем определяет его текущее психологическое состояние.

Ключевые слова: экспертные системы, программирование, разработка приложений.

Вспрос наиболее востребованных на сегодняшний день попали профессии, связанные с разработкой программного обеспечения (ПО) и мобильных приложений. В настоящее время имеется высокая потребность в оптимизации процессов человеческой деятельности. И одной из наиболее актуальных областей высоких технологий является искусственный интеллект (ИИ), разработки в которой направлены на решение глобальной задачи: обучить машину (компьютер) человеческим возможностям.

Для студента вуза задача разработки в области ИИ становится возможностью приобретения бесценного объема теоретических знаний и практического опыта. Ввиду этого принято решение о разработке научного проекта с использованием технологии экспертных систем.

После реализации в качестве курсового проекта прототипа экспертной системы [1] был пересмотрен подход к разработке и поставлена более масштабная цель: разработать программу, которая посредством взаимодействия с пользователем может сделать вывод о его психологическом состоянии. Так как программа предполагала необходимость экспертного практического применения, перед ней еще на этапе оценки проекта были поставлены следующие функциональные требования:

1. Разграничить права доступ к интерфейсу для обеспечения экспертной оценки результатов;
2. Учесть необходимость хранения информации о тестируемых для обеспечения беспрепятственного ведения аналитики текущего состояния для конкретных пользователей;

3. Реализовать обобщенную и развернутую интерпретацию результатов тестирования для удобства конкретизации выборки результатов с отклонениями;

4. Реализовать интуитивно понятный пользовательский интерфейс.

Ввиду поставленных требований возникла необходимость пересмотра выбранных средств разработки, так как для реализации прототипа использовался язык Prolog, с помощью которого реализовать новые требования крайне затруднительно. Были рассмотрены следующие концепции решения данной проблемы:

1. Анализ способов расширения возможностей утвержденного языка разработки (дополнительные модули, среды);

2. Изменение языка разработки.

Более оправданным решением является п.1, так как:

1. Имеются явные способы расширения возможностей языка, например, использование более современного и усовершенствованного языка разработки Visual Prolog, который, в свою очередь, является последователем Prolog и позволит удовлетворить поставленным перед ПО проекта требованиям:

1.1. Встроенные библиотеки GUI позволяют реализовать интуитивно понятный пользовательский интерфейс;

1.2. Включенный в систему интерфейс баз данных (БД) позволит реализовать хранение информации о пользователях и результатах пройденного ими тестирования;

1.3. Разграничение доступа возможно реализовать как на уровне БД, так и на уровне приложения.

1.4. Дополнительным преимуществом использования Visual prolog является возможность использования парадигмы объектно-ориентированного программирования (ООП), в то время как предшественник данной возможностью не обладает.

2. Изучение нового языка программирования может понести неоправданные трудозатраты и потери в соотношении время/качество.

В связи с вышесказанным было принято решение о разработке программы на языке Visual prolog, используя одноименную среду разработки Visual prolog 9.02 (релиз 12 марта 2019).

Следующей задачей стало определение базы знаний будущей системы и алгоритмов модуля принятия решений. По своей специфике область психодиагностики (методы которой позволяют определить психологическое состояние человека) имеет мало конкретных алгоритмов, что позволяет решить задачу только с использованием экспертной системы. Из внушающего объема методов и инструментов, которые позволяют психологу оценить эмоциональное состояние человека, для реализации в программе в качестве базы знаний выбран метод определения психологического состояния по М. Люшеру с использованием модифицированного одноименного теста. Решение использования данного инструмента в качестве базы знаний будущей ЭС уже на стадии анализа выявило ряд весомых замечаний:

1. Корректность подбора цветов: RGB-кодировка должна быть максимально приближена к оригиналу.

2. Корректное последовательное перенесение алгоритма анализа ответов пользователя: каждый цвет с соответствующей ему позицией должен быть комплексно исследован в соответствии с последовательностью действий, описанной Люшером;

3. Большой объем интерпретационных таблиц; необходимо выполнить повсеместную привязку возможных результатов и соответствующих интерпретаций.

В соответствии с описанными ограничениями в процессе разработки были приняты следующие решения:

1. Решение ограничения 1. В программной реализации тестирования использована кодировка: (1) R:42 G:80 B:119; (2) R:0 G:128 B:113; (3) R:217 G:57 B:33; (4) R:232 G:193 B:4; (5) R: 169 G:18 B:82; (6) R: 145 G:102 B:85; (7) R: 2 G:24 B:35; (8) R: 158 G:173 B:170; Таблица описанных цветов приведена на рисунке 1.

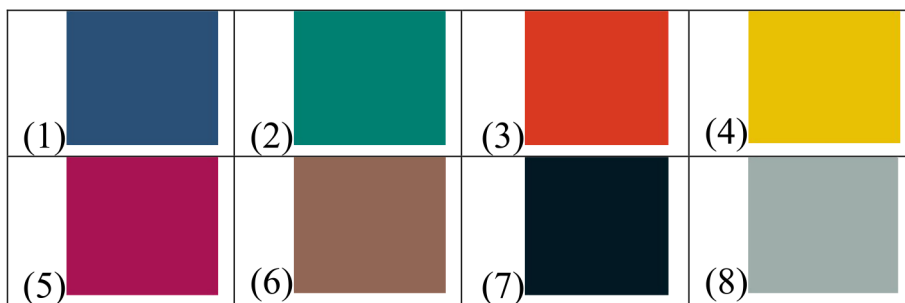


Рис. 1. Карточки цветов Люшера в соответствии с иерархией

Кодировка получена путем анализа оригинальных цветов теста Люшера через вспомогательный ресурс [3].

2. Решение ограничения 2. Ввиду того, что интерпретация результатов тестирования предполагает выполнение достаточно сложного и не представленного формально алгоритма, было принято решение объединения

схожих процедур в отдельные классы с дальнейшим вызовом в связующем классе.

В соответствии с принятым решением работа экспертной системы в части интерпретации результата может быть представлены следующими схемами.

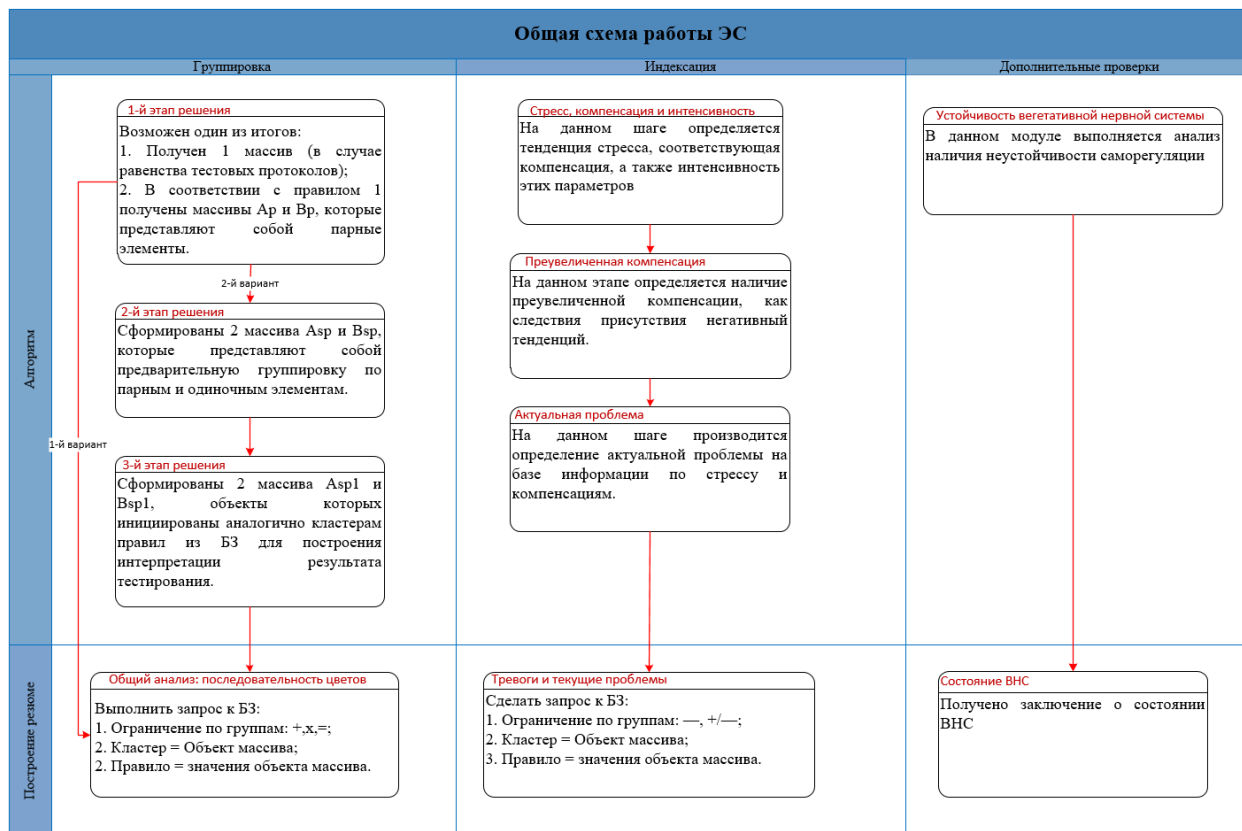


Рис. 2. Обобщенная схема работы экспертной системы

Поясним схему: горизонтальные колонки — этапы работы системы, вертикальные — классы программы. Между отдельными процедурами передаются массивы данных для дальнейшего преобразования. В конечном

итоге вся информация передается в модуль логических выводов, где после получения всей информации из базы знаний по достаточно простому правилу формируется результат:

Текущее состояние < Группа X > + Источники стресса < Группа — > + Сдерживаемые черты < Группа = > + Желаемая цель < Группа+ > + Актуальная проблема < Группа +/- >

Каждая процедура, отраженная на общей схеме, также имеет собственную детализацию, которая в свою очередь представляет процесс анализа тестовых протоколов через правила продукционной модели. В качестве примера на рисунке 3 отражена детализация процедуры определения тенденции стресса и компенсации.

Процедуры на схеме не носят исчерпывающий характер, а имеют тесную логическую взаимосвязь с набором правил для индексации тестового протокола.

Описанное представление имеет каждая процедура программы.

3. Решение ограничения 3. При перенесении интерпретационных таблиц [2, с. 43–88] каждая таблица формально описана в коде в представлении правил. Правила, в свою очередь, разбиты на кластеры, исходя из возможных разбиений. Пример: таблица группы «х» [2,

с. 51] в программе представляет собой кластер правил, именуемый group_multipli, к которому производится обращение после получения «решателем» экспертной системы объекта multipli массива тестового протокола. Таким образом, после обработки массивов по правилам, описанным в п. 2, на базе полученных группировок предварительно определяется конкретный кластер и только после этого выполняется поиск интерпретации. Данное решение позволяет значительно сократить ресурсопотребляемость программы и уменьшить время выполнения интерпретации.

После разработки программа была протестирована на наличие логических, грамматических и «экспертных» ошибок.

Ниже представлена работа программы для разных пользователей.

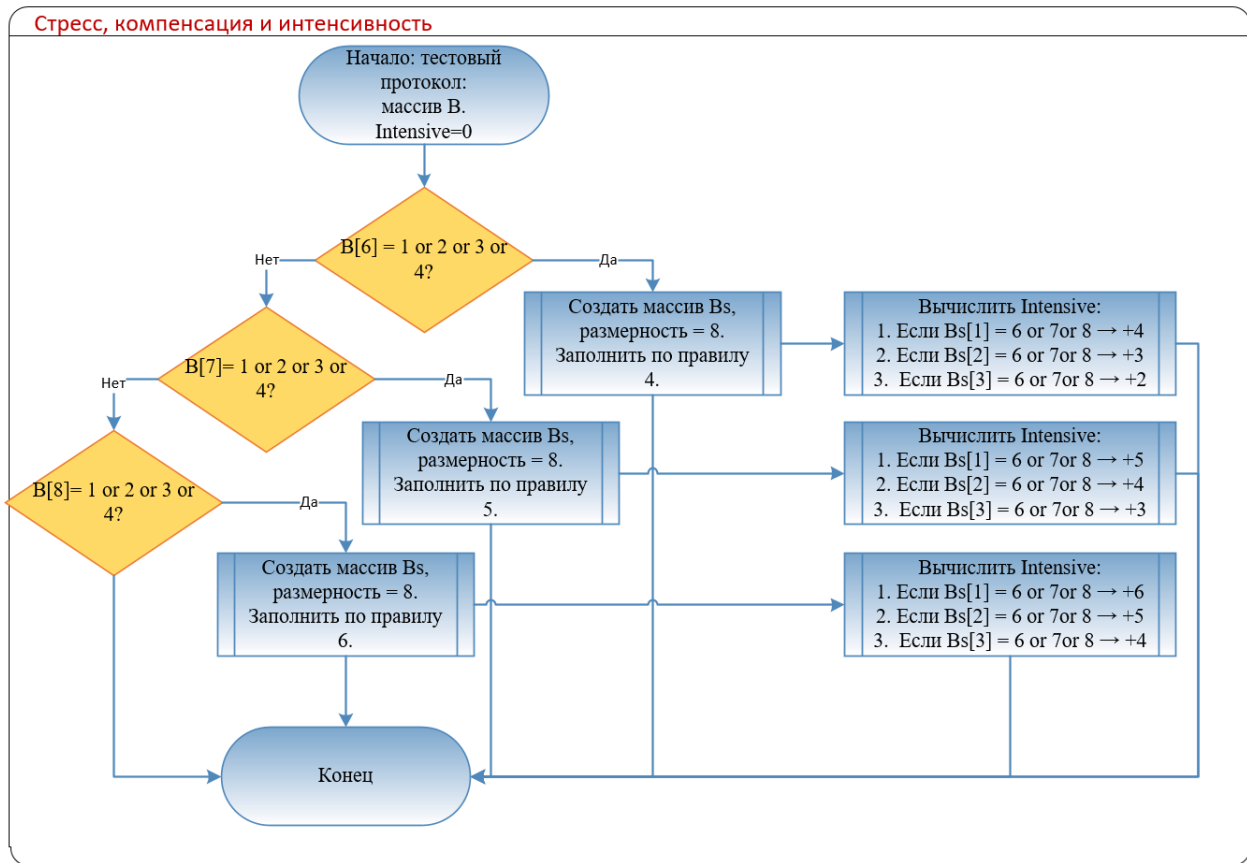


Рис. 3. Определение стрессовой тенденции, компенсации и интенсивности

Таблица 1. Правила группировки и индексации массивов

Наименование на схеме	Описания
Правило 4	$B_s[6] = minusA$ где $minusA$ = значение объекта $B [6]$ $B_s[7] = minusA$ где $minusA$ = значение объекта $B [7]$ $B_s[8] = minusA$ где $minusA$ = значение объекта $B [8]$ $B_s[2 \dots 5] = B [2 \dots 5]$ $B_s[1] = plusC$, где $plusC$ = значение объекта $B [1]$
Правило 5	$B_s[7] = minusA$ где $minusA$ = значение объекта $B [7]$ $B_s[8] = minusA$ где $minusA$ = значение объекта $B [8]$ $B_s[2 \dots 6] = B [2 \dots 6]$ $B_s[1] = plusC$, где $plusC$ = значение объекта $B [1]$
Правило 6	$B_s[8] = minusA$ где $minusA$ = значение объекта $B [8]$ $B_s[2 \dots 7] = B [2 \dots 7]$ $B_s[1] = plusC$, где $plusC$ = значение объекта $B [1]$

Работа программы для пользователя «Респондент»

При нажатии на ярлык программы открывается следующее окно:

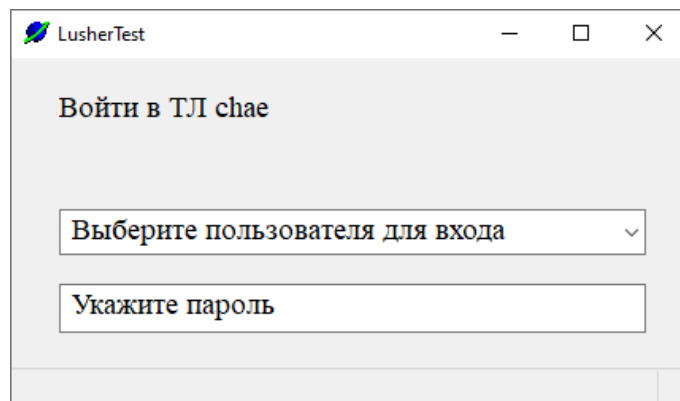


Рис. 4. Форма авторизации

Пользователю-респонденту требуется выбрать из выпадающего списка свой аккаунт и ввести пароль (параметры авторизации предварительно выдаются пользо-

вателю администратором). После авторизации следует набор форм тестирования. Программа направляет действия пользователя с помощью подсказок.

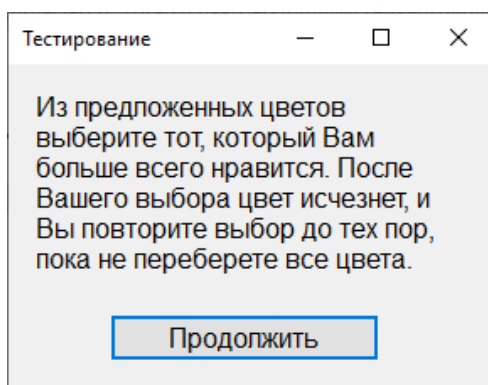


Рис. 5. Пояснение к тестированию

В соответствии с рекомендациями тестируемый выбирает цвета на экране в иерархии предпочтения (после выбора цвет исчезает с экрана).

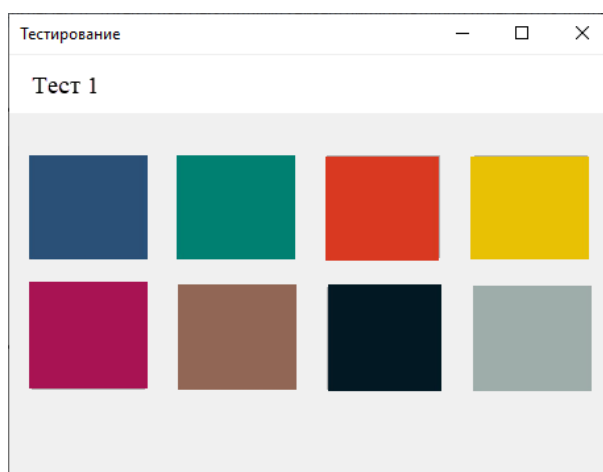


Рис. 6. Получение первого тестового протокола

В соответствии с правилами проведения тестирования по М. Люшеру при получении первого тестового протокола запускается системный таймер.

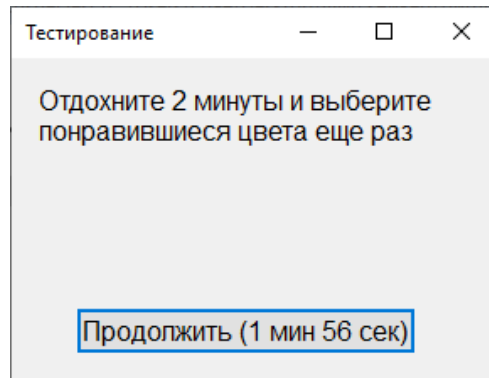


Рис. 7. Таймер на продолжение тестирования

После окончания времени ожидания открывается форма повторного тестирования (для получения второго тестового протокола).

После завершения тестирования пользователю-респонденту не доступны результаты. Они сохраняются в фоновом режиме в динамической базе данных программы.

Работа программы для пользователя «Администратор»

Пользователь-администратор обладает большим набором прав на интерфейс и функциональность системы:

администрирование базы данных системы и просмотр результатов тестирования.

Авторизация в программе производится аналогично пользователю-респонденту, с тем отличием, что пользователь и пароль данного профиля predeterminedены кодом программы и не могут быть изменены интерактивно.

После входа в программу для Администратора открывается следующее окно:

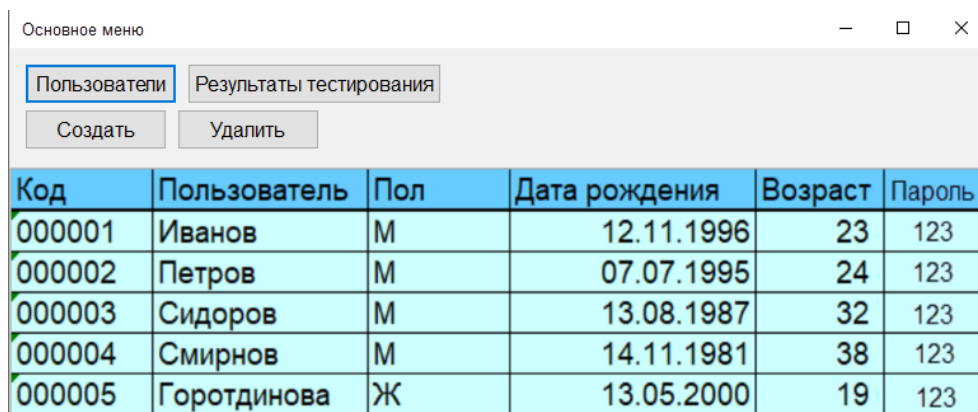


Рис. 8. Форма администрирования списка пользователей

Окно содержит две функциональные вкладки/кнопки: вкладка «Пользователи» и вкладка «Результаты тестирования».

Вкладка «Пользователи» автоматически открыта при входе в программу под пользователем Администратор. Состоит из следующих объектов:

1) Табличная часть, отражающая информацию о зарегистрированных пользователях, сохраненных в системе

администратором, (при первом запуске программы табличная часть пустая);

2) Две функциональные кнопки: «Создать» и «Удалить».

а. По кнопке «Создать» открывается окно создания пользователя. Соответствующая форма представлена на рисунке 9.

б. Кнопка «Удалить» удаляет выделенную строку с пользователем.

Рис. 9. Форма регистрации пользователя

Вкладка «Результаты тестирования» содержит информацию о проведенных исследованиях. Видимой на вкладке представлена информация о пользователях,

прошедших тестирование. Пользователи, по результатам тестирования которых система результирует наличие отклонений (преобладает негативная тенденция) выделяются соответствующим цветом и заключением:

Пользователь	Пол	Дата рождения	Возраст	Кол-во испытаний	Заключение
Иванов И.И.	М	11.12.1996	23	2	Показатели в пределах нормы
Севостьянова А.М.	Ж	10.11.1995	24	3	Имеются отклонения

Рис. 10. Форма вкладки результатов тестирования

Окно содержит две вкладки/кнопки:
 1. Вкладка «Основное меню» переводит на стартовое окно программы (с открытой вкладкой «Пользователи»);

2. Вкладка «Интерпретация результата» переводит на заключение о психическом состоянии выделенного пользователя. Пример такого окна представлено на рисунке 11.

Конфликт или неудовлетворенность в чем-либо усиливают потребность в компенсации, на которую указывает группа «+». Источники стресса: Кратко: требует уважение со стороны других. Физиологическая интерпретация: стресс, вызванный подавлением физических или сексуальных желаний и недостатком внимания к потребностям организма. Психологическая интерпретация: имеет неудовлетворенную потребность объединиться с людьми, чьи стандарты также высоки, как и его собственные, и выделяться из толпы. Это желание быть исключительным приводит к изоляции. Через контроль чувств и эмоций полагает возвыситься над остальными. Тем самым получив их признание. Сдерживаемые черты: Имеет высокие эмоциональные требования и хочет быть, превосходящим в близкие

Рис. 11. Интерпретация результата тестирования

Разработанная программа может беспрепятственно использоваться в качестве вспомогательного инструмента для следующих целей:

1. Прием кандидатов на работу/обучение;
2. Мониторинг психологического состояния работников/ студентов/ учеников с целью своевременного выявления наличия психологических проблем/конфликтов.

В процессе реализации проекта основной проблемой стало отсутствие эксперта — держателя знаний. Это повлияло на скорость определения и формализации знаний экспертной системы. Таким образом, при разработке экспертных систем для повышения скорости разработки и качества конечного продукта необходимо следовать одной из основных рекомендаций $\frac{3}{4}$ жестко разграничивать участников процесса: эксперт, инженер по знаниям, программист.

Литература:

1. Чалыкина, Е. Г., И. В. Сухан. Разработка экспертных систем — Текст: непосредственный // Международный научный журнал «Молодой ученый». — 2016. — № 16 (254). — с. 16–20.
2. Макс, Люшер. Цветовой тест Люшера — Москва: Эксмо, 2005. — 192 с. — Текст: непосредственный.
3. Определить цвет пиксела на картинке онлайн. — Текст: электронный // Онлайн приложения и сервисы: [сайт]. — URL: <https://ru.inettools.net/image/opredelit-tsvet-piksela-na-kartinke-onlayn> (дата обращения: 19.11.2019).

БИОЛОГИЯ

Влияние способности адаптации к антропогенной пище на успех выживания птиц в городской среде

Елистратова Анастасия Сергеевна, студент магистратуры
Кубанский государственный университет (г. Краснодар)

Увеличение разнообразия и доступности пищевых продуктов в городских средах обитания по сравнению с естественными может стать основой процветания городских птиц. Тем не менее, виды птиц различаются по своей способности кормиться в городской среде обитания, что приводит к изменениям в составе сообщества птиц. Виды, способные использовать городские пищевые ресурсы, оказываются в более перспективной позиции.

Ключевые слова: орнитофауна, птицы, урбанизация, питание, антропогенные воздействия.

Урбанизация является одной из наиболее распространенных и длительных форм изменения среды обитания, происходящих во всем мире и приводящих к утрате биоразнообразия в результате локальных процессов вымирания. Орнитофауна в силу ряда причин подвергается подобным преобразованиям одной из первых. Обычно считается, что потери отражают тот факт, что большинство организмов плохо переносят изменения окружающей среды, связанные с урбанизацией [6].

Однако анализ изменений численности между урбанизированными средами и их не урбанизированными окрестностями для более чем 800 видов птиц с пяти континентов позволил Daniel Sol et al. в 2014 году сделать вывод о том, что, хотя случайные процессы составляют часть потерь видов, связанных с урбанизацией, большая часть потерь всё-таки связана с отсутствием надлежащей адаптации большинства видов для эксплуатации ресурсов и во избежание рисков городской среды.

Способность живого организма удовлетворять потребность в питании, несмотря на изменения кормовой базы является необходимым условием выживания в городской среде обитания. Наличие пищи является важным сигналом для животных, определяющим, насколько животное будет склонно к воспроизводству, и, в конечном итоге, влияющим на численность популяции. Следовательно, адаптация, позволяющая находить и использовать антропогенную пищу, должна поощряться естественным отбором. Таким образом, способность разрабатывать новые поведенческие инновации должна облегчать освоение новых пищевых ресурсов и, следовательно, увеличивать перспективы выживания в новых условиях [7,8]. Птицы часто имеют доступ к множеству источников пищи благодаря человеческой деятельности, включая до-

полнительную пищу (например, кормушки для птиц, прикорм), питание антропогенными отходами, а также изменения в растительности (например, посадка местных и неместных растений, пригодных в пищу).

На территории Краснодара — крупного аграрно-индустриального города — исследования динамики популяций и адаптационных способностей птиц в течение последних двух десятилетий не проводились. В то же время за последние 20 лет город значительно поменял свой облик, превратившись крупный краевой центр с населением более миллиона человек и несколькими районами современной застройки. На берегах многих водоёмов построены многоэтажные здания, частично оборудованы набережные. Антропогенные воздействия на природную среду и, как следствие, на орнитофауну становятся все более заметны и ощутимы.

Цель исследования: проанализировать влияние способности к инновациям в питании и адаптации к антропогенной пище на выживание в городских условиях среди представителей лимнофильной орнитофауны города Краснодара.

Материалы и методы.

Наблюдение проводилось на территории 10 основных водоёмов города Краснодара: цепи из пяти Пашковских озёр на территории Комсомольского и Пашковского микрорайонов; Карасунского озера в районе КубГУ; двух Карасунских озёр в районе стадиона «Кубань»; озера Старая Кубань на территории парка «Солнечный остров»; Затона на территории парка им. 30-летия Победы. Сведения собирались в течение весенних месяцев 2020 года на пешеходных маршрутах методом визуальных наблюдений и инструментальным методом с использованием бинокля БПЦ 10 x 30 и фотоаппарата Canon 6D.

На момент исследования основными представителями водной и околоводной орнитофауны Краснодаря являлись 6 видов птиц:

Таблица 1

Вид		Количество особей	
		Абс.	Отн., %
<i>Podiceps cristatus</i>	Большая поганка	15	3,82
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Большой баклан	3	0,76
<i>Anas platyrhynchos</i>	Кряква	79	20,15
<i>Gallinula chloropus</i>	Камышница	6	1,53
<i>Fulica atra</i>	Лысуха	197	50,25
<i>Larus ridibundus</i>	Озёрная чайка	91	23,21

Таблица 2

Вид	Рацион питания
Большая поганка	Основной корм — рыба, реже — земноводные, ракообразные, моллюски, насекомые; растения, добываемые в воде. Птенцы выкармливаются преимущественно насекомыми.
Большой баклан	Основной корм — рыба, очень незначительно — моллюски, насекомые, земноводные, растения
Кряква	Весьма разнообразен состав кормов: в равной мере представлены растения (зелёные части, семена и луговицы ряски, роголистника, осок, сусака, рдестов, семена хлебных злаков) и животные (моллюски, ракообразные, различные водные насекомые и их личинки) [3,5].
Камышница	Питается молодыми побегами водных или околоводных травянистых растений (камыш, тростник, осока, кувшинковые и т. п.), водорослями, злаками, листьями и ягодами полукустарников (рябина, облепиха, шиповник, пирус и пр.), беспозвоночными животными (насекомые и их личинки, паукообразные, дождевые черви, улитки), моллюсками и земноводными (головастики) [1,4].
Лысуха	Основа рациона: растительная пища — побеги, плоды водных растений — рдеста (<i>Potamogeton</i>), ряски, перистолистника (<i>Miriophyllum</i>), роголистника (<i>Ceratophyllum</i>), харовых водорослей и пр. Животная пища в общей массе составляет не более 10 %. Охотятся за моллюсками, рыбой, яйцами других водных птиц. Способны отнимать пищу у уток [1,4].
Озёрная чайка	Основу питания составляют беспозвоночные животные, дождевые черви, стрекозы, жуки и их личинки, двукрылые и другие насекомые. Животные корма: мелкая рыба и мышевидные грызуны. Нередко кормится на свалках пищевыми отходами [2].

Разнообразие и обилие рациона питания нескольких видов тесно связано со способностью взаимодействовать с человеком.

Таблица 3

Вид	Взаимодействие с человеком
Большая поганка	-
Большой баклан	-
Кряква	В городе на незамерзающих водоёмах зимуют, получая прикорм от людей. Не улетают на зимовку. Летом по привычке держатся около мест прикорма, полностью переходя на «искусственное» питание.
Камышница	-
Лысуха	В городе активно пользуются возможностями прикорма, формируя наиболее крупные популяции в соответствующих местах. Зачастую полностью переходят на питание прикормом.
Озёрная чайка	Часто кормится пищевыми отходами на свалках, в местах переработки рыбы и других продуктов. Получает прикорм от людей, склонна к «прошайничеству» [2].

Антропогенные источники пищи часто весьма предсказуемы в пространстве и времени, что приводит к повышению эффективности поиска пищи, а также обуславливает специфику территориального распределения склонных к употреблению прикорма видов.

Например, чайки потребляют антропогенную пищу, осуществляя более короткие вылеты на поиски пищи (по дальности и длительности) при использовании городских территорий по сравнению с их природными ареалами. Многочисленные скопления озёрных чаек на территории Краснодара отмечаются именно возле водоёмов, адаптированных для культурного отдыха горожан, расположенных на территории парков — на Карасунских озёрах в районе улицы Старокубанской — 18 птиц, Карасунских озёрах в районе стадиона Кубань — 28, в районе озера Старая Кубань — 25, на Затоне — 20. В то же время на не используемых людьми с целью проведения досуга Пашковских озёрах были замечены всего 3 особи. Так же соответствует местам наиболее частого и обильного прикорма распределение лысух и крякв. Напротив, большие поганки, не заинтересованные в антропогенной пище, чаще встречаются на уединённых, малопосещаемых водоёмах.

Чтобы достичь своих целей в области питания, городские птицы должны решать множество проблем, в том числе справляться с сильной внутри- и межвидовой конкуренцией. Они проявляют больше смелости, чем их со-

родичи из дикой среды. На водоёмах Краснодара в местах прикорма за период исследования наблюдались неоднократные конфликты в крупных популяциях лысух, включающие и конкуренцию с кряквами, а также ссоры озёрных чаек. Отмечен случай активной агрессии ворон в отношении особи большого баклана.

Наименьшие численные и территориальные потери на территории Краснодара потерпели виды, наиболее приспособленные к включению в свой рацион антропогенной пищи. Популяции лысухи, кряквы и озёрной чайки хотя и уменьшились численно, но умеренно, в отличие от популяций большой поганки, большого баклана и камышницы. Большая поганка, ещё два десятилетия назад (М. А. Динкевич, 2001) регистрируемая как многочисленный и обитающий почти на всех водоёмах города вид, теперь малочисленно наблюдается на 3 водоёмах; отдельные особи большого баклана были встречены трижды, а небольшая популяция многочисленной ранее (М. А. Динкевич, 2001) камышницы отмечается на двух водоёмах.

Вывод: виды, способные включать в свой рацион антропогенную пищу и обладающие высокой поведенческой пластичностью во взаимодействии с человеком, терпят наименьшие численные и территориальные потери в городской среде. Увеличение разнообразия и доступности пищевых продуктов в городских средах обитания по сравнению с естественными может стать основой процветания городских птиц.

Литература:

1. Р. Л. Бёме, Н. П. Грачев, Ю. А. Исаков «Птицы СССР. Курообразные, Журавлеобразные» Изд. «Наука» Ленинград 1987
2. Фридман, В. С., Ерёмкин Г. С. Урбанизация «диких» видов птиц в контексте эволюции урбандиапафа. — М.: Биологический факультет МГУ, 2008.
3. Корбут, В. В. Питание. Особенности жизни кряквы; Изменчивость городских птиц // Урбанизированная популяция водоплавающих (*Anas platyrhynchos*) г. Москвы. — М.: Аргус, 1994. — с. 89–150.
4. Птицы СССР. Курообразные, журавлеобразные / Потапов Р. Л., Флинт В. Е. (отв. редакторы) — Л.: Наука, 1987. — 528 с.
5. Боголюбов, А. С., Жданова О. В., Кравченко М. В. Определитель птиц и птичьих гнёзд средней полосы России. — М.: Экосистема, 2006.
6. Bennett, P. M. & Owens, I. P. F. Variation in extinction risk among birds: chance or evolutionary predisposition? Proc. R. Soc. Lond. B 264, 401–408 (1997).
7. Purvis, A., Gittleman, J. L., Cowlishaw, G. & Mace, G. M. Predicting extinction risk in declining species. Proc. R. Soc. Lond. B 267, 1947–1952 (2000)
8. Ricklefs, R. E. The cognitive face of avian life histories. Wilson J. Ornithol. 116, 119–133 (2004).

Возрастная динамика свободнорадикальных процессов у самцов крыс при введении антиоксидантов и в условиях стресса

Рябыкина Наталья Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент
Астраханский государственный университет

Исследованы особенности свободнорадикальных процессов в условиях иммобилизационного стресса, введения α -токоферола, эмоксипина и циклоферона, а также их сочетанного воздействия. В результате исследования установлено, что под действием иммобилизационного стресса происходит увеличение концентрации продуктов перекисного окисления липидов. Введение α -токоферола, эмоксипина и циклоферона способствовало существенному снижению уровня перекисного окисления липидов.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов, α -токоферол, эмоксипин, иммобилизационный стресс.

Накопление продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях организма является одним из пусковых сигналов развития апоптоза. Известно, что старение организма сопровождается усилением свободнорадикальных процессов. С возрастом происходит снижение содержания витаминов-антиоксидантов в организме, что служит веским основанием для применения их в медицинской практике [1]. Эти вещества вызывают большой интерес, так как способны влиять на интенсивность апоптоза и свободнорадикальные процессы.

Целью нашего исследования является изучение особенностей возрастной динамики перекисного окисления липидов и определение роли витамина Е как соучастника многих метаболических реакций, протекающих в организме, а также выявить одновременно стресс-протекторные возможности антиоксидантов и их изменения в ходе возрастной инволюции.

Материал и методы исследования

Опыты поставлены на базе совместной лаборатории по исследованию роли апоптоза в формировании нейроэндокринной системы Астраханского государственного университета.

Животные содержались в стандартных условиях вивария при естественном освещении. Все эксперименты выполнены в весенний период.

Экспериментальный материал получен от двух серий опытов: I серия — молодые крысы (180 дней) средней массой 103,5 г (77 шт.), II серия опытов поставлена на старых крысах (820 дней) средней массой 215,2 г (77 шт.). Различия по массе тела были достоверны

Экспериментальная модель — иммобилизационный стресс. Животных помещали в тесную пластиковую камеру, ограничивающую их движения, на 2 часа при комнатной температуре. По окончании опытов крыс декапитировали после предварительной наркотизации внутривенным введением этилового натрия (4 мг/100 г массы тела животного).

Животные получали α -токоферол, витамин С, эмоксипин и циклоферон в качестве антиоксидантов для проверки их антистрессорных свойств, антиоксидантных и антиапоптотических качеств.

Животные были подразделены на экспериментальные группы.

Доза α -токоферола выбрана на основании данных об оптимальном действии витамина Е как антиоксиданта при разовом введении не более 2 мг/100 г. массы тела.

Доза эмоксипина подобрана экспериментально по сходному антиоксидантному действию α -токоферола в дозе 1 мг/100 г массы тела, т.к. литературные данные не содержат сведений о терапевтических дозах для лабораторных животных.

Все экспериментальные данные обрабатывались статистически при помощи определения средней арифметической, её ошибки и достоверности различия между средними сравниваемых групп с помощью критерия t/p Стьюдента. Достоверным являлись отличия при уровне значимости $p < 0,05$.

Определение уровня свободнорадикального окисления липидов в тканях. Уровень свободнорадикального окисления (СРО) определяли по скорости перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях [8].

Определение перекисной резистентности эритроцитов. Для определения ПРЭ использовали методику, предложенную А. А. Покровским и А. А. Абраровым [6].

Результаты исследования и их обсуждение

Динамика концентрации МДА и скорости ПОЛ в плазме крови и печени при действии стресса и антиоксидантов

Системе антиоксидантной защиты организма принадлежит значительная роль в формировании физиологических и патологических процессов. С возрастом антиоксидантная защита организма ослабевает, за счет уменьшения содержания природных антиоксидантов и увеличению содержания «неактивных» молекул ферментов, разрушающих перекиси [13]. Усиление свободнорадикальных процессов и накопление окислительных повреждений биомолекул приводит к ускорению процессов естественного старения и преждевременному развитию болезней пожилого возраста [17].

По литературным данным, сведения о возрастной динамике ПОЛ противоречивы, что может быть связано с различными условиями проведения опытов и состоянием антиоксидантной системы организма.

В нашем исследовании у интактных старых животных исходный уровень МДА плазмы крови и печени значительно выше, чем у молодых крыс. Эта же закономерность характерна и для других показателей — скорости спонтанного и аскорбатзависимого ПОЛ. Сравнивая контрольные показатели ПОЛ, молодых и старых животных, можно сделать вывод, что у старых особей скорость спонтанного и аскорбатзависимого ПОЛ выше, чем у молодых (табл. 1, 2). Эти данные противоречат результатам исследований В. Н. Анисимова и др. (2008), согласно которым уровень антиоксидантов в печени с возрастом не претерпевает существенных изменений. Однако имеются литературные данные, доказывающие, что уровень ПОЛ увеличивается с возрастом [10, 12]. Различия в результатах исследований, возможно, связаны с разными условиями проведения эксперимента.

Исследование последних десятилетий указывают на усиление свободнорадикальных процессов при развитии стресса различной природы [3,11], что подтверждается и результатами наших исследований. Стрессорное воздействие приводит к напряжению и последующей декомпенсации механизмов антиоксидантной защиты. Такая реакция в разной степени характерна как для молодых, так и для старых животных. Результаты наших исследований показали, что под действием стресса увеличился исходный уровень МДА в плазме крови у животных обеих возрастных групп. Так же значительно вырос уровень спонтанного и аскорбатзависимого ПОЛ по сравнению с интактными животными. Данная закономерность стрессорного воздействия прослеживается и в увеличении скорости спонтанного, аскорбатзависимого ПОЛ и исходного уровня МДА в тканях печени у молодых и старых самцов крыс (табл.2,3).

Высокая антирадикальная активность α -токоферола объясняет эффективность его воздействия на интенсивность свободнорадикальных процессов. При взаимодействии молекулы α -токоферола с свободными радикалами и пероксидами образуется токоферилхинон и димеры α -токоферола, что приводит к прерыванию процессов ПОЛ [18]. Витамин Е оказывает более выраженный антиоксидантный эффект именно на стареющий организм. В наших экспериментах α -токоферол оказал характерное для него антиоксидантное действие — наблюдалось снижение уровня исходного МДА плазмы крови и печени у старых животных. У молодых грызунов наблюдалась тенденция к снижению данного показателя, что можно объяснить характерным для них более высоким уровнем эндогенных антиоксидантов и сбалансированностью системы про- и антиоксидантов, в отличие от старых, у которых уровень свободнорадикальных процессов повышен, и не компенсируется антиоксидантной системой. Аналогичная тенденция наблюдается и при введении животным витамина С и циклоферона.

При предварительном введении в рацион животных перед стрессированием α -токоферола, витамина С и циклоферона произошло снижение скорости спонтанного

и аскорбатзависимого ПОЛ, а также исходного уровня МДА в плазме крови и печени у разновозрастных животных по сравнению с одним стрессорным воздействием (табл.2,3). Аналогичное введение α -токоферола в сочетании с витамином С привело к более выраженному антиоксидантному эффекту. Механизм этого эффекта связан, по-видимому, с тем, что взаимодействие витаминов Е и С повышает антиоксидантную активность одного витамина Е. Молекула α -токоферола эффективно взаимодействует с большинством активных форм кислорода и продуктами ПОЛ, находящихся в липидной фазе, образует малоактивный токоферольный радикал. Кроме того, обратное превращение α -токоферола осуществляется при участии водорастворимых антиоксидантов: аскорбиновой кислоты, глутатиона и др. Аскорбиновая кислота, восстанавливает α -токоферольный радикал, возвращая ему антиоксидантные свойства и обеспечивает перенос радикалов из гидрофобной фазы липидного бислоя в водную фазу [15].

В отличие от природного антиоксиданта α -токоферола, обладающего полифункциональным действием [4], предварительное введение эмоксипина стрессированным животным привело лишь к незначительному снижению исходного уровня МДА и кинетических показателей в плазме крови и печени у разновозрастных животных (табл.2,3). Причиной такого эффекта могло послужить различие в химическом строении и природе веществ. Фармацевтический препарат эмоксипин представляет собой соль органического происхождения. Имеются экспериментальные данные о том, что эмоксипин корректирует усиление свободнорадикального окисления в плазме крови и разных отделах центральной нервной системы в неодинаковой степени, таким образом можно полагать, что распространение этого препарата в тканях и органах организма происходит неравномерно [5]. Синтетический антиоксидант эмоксипин обладает слабо выраженным антиоксидантным и антиапоптотическим эффектом у молодых и старых животных.

Увеличение интенсивности свободнорадикальных процессов в старости может приводить к росту уровня апоптоза клеток белой крови. Согласно взглядам ряда ученых, этот процесс может отличаться от физиологического апоптоза по биохимическим характеристикам [14,16].

Перекисная резистентность эритроцитов в условиях стресса и введения антиоксидантов

Эритроциты, как носители кислорода, имеют весьма высокий уровень активности антиоксидантных ферментов.

При старении в организме увеличивается продукция АФК, основной мишенью которой является мембрана эритроцитов. По данным литературы, при старении происходит увеличения уровня гемолиза эритроцитов [9].

В нашем исследовании уровень перекисного гемолиза эритроцитов старых животных оказался значительно выше, чем у молодых, что свидетельствует об возрастном истощении антиоксидантной системы эритроцитов (табл. 3).

Таблица 1. Влияние иммобилизационного стресса и антиоксидантов на перекисное окисление липидов в плазме крови молодых и старых крыс

Характер воздействия	Уровень МДА											
	Исходный уровень МДА, нмоль, ±m			Спонтанное ПОЛ, нмоль/час, ±m			Аскарбатзависимое ПОЛ, нмоль/час, ±m					
	молодые	старые	±m	молодые	старые	±m	молодые	старые	±m	молодые	старые	±m
Контроль	0,31±0,007 +++	0,38±0,005		2,11±0,021 +++	2,91±0,079		2,88±0,045 +++	3,92±0,123				
Иммобилизационный стресс	0,42±0,014 *** +++	0,51±0,004 ***		2,82±0,119 *** ++	3,34±0,132 *		3,62±0,149 *** ++	4,46±0,201 *				
α-токоферол	0,29±0,010	0,30±0,006 ***		2,07±0,054 +++	2,37±0,008 ***		2,67±0,124 +	3,07±0,126 **				
Стресс + α-токоферол	0,35±0,016 ## +++	0,42±0,009 ###		2,13±0,083 ### +++	2,96±0,114 #		2,92±0,048 ### +++	3,96±0,107 #				
Витамин С	0,30±0,015	0,31±0,003 ***		2,08±0,044 +++	2,41±0,011 **		2,72±0,117 +	3,12±0,105 *				
Стресс + витамин С	0,37±0,011 * ## +++	0,43±0,005 *, ###		2,15±0,054 ### +++	2,94±0,118 #		2,94±0,036 ### +++	3,97±0,087 #				
Стресс + α-токоферол + витамин С	0,34±0,011 ## +++	0,39±0,012 ###		2,11±0,078 ### +++	2,89±0,075 ##		2,90±0,086 ### +++	3,88±0,113 #				
Циклоферон	0,32±0,005	0,29±0,007 ***		2,05±0,038 +++	2,34±0,012 ***		2,75±0,101 +	3,11±0,094 **				
Циклоферон + стресс	0,36±0,009 ## +++	0,41±0,011 ###		2,11±0,077 ### +++	2,92±0,094 #		2,97±0,041 ### +++	3,93±0,101 #				
Эмоксипин	0,38±0,008 *** +	0,35±0,007 *		2,07±0,065 +++	2,76±0,068		2,94±0,051 ++	3,62±0,184				
Стресс + эмоксипин	0,39±0,011 *** +++	0,45±0,003 ***, ###		2,59±0,126 ** ++	3,11±0,107		3,41±0,124 ++	4,15±0,205				

Примечание: * - p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001 достоверность различий в сравнении с контрольной группой
- p<0,05, ## - p<0,01, ### - p<0,001 — достоверность различий в сравнении с стрессированными животными
+ - p<0,05, ++ - p<0,01, +++ - p<0,001 — достоверность различий в сравнении с старыми животными
±m — ошибка средней

Таблица 2. Влияние иммобилизационного стресса и антиоксидантов на перекисное окисление липидов в печени молодых и старых крыс

Характер воздействия	Уровень МДА					
	Исходное содержание МДА нмоль МДА/0,5г ткани печени, ±m		Скорость спонтанного ПОЛ нмоль МДА/0,5г ткани печени, ±m		Скорость аскорбатзависимого ПОЛ нмоль МДА/0,5г ткани печени, ±m	
	молодые	старые	молодые	старые	молодые	старые
Контроль	0,36±0,006 +++	0,57±0,013	2,14±0,051 +++	2,49±0,041	2,62±0,072 +++	3,03±0,081
Иммобилизационный стресс	0,48±0,008 ***,+++	0,69±0,032 ***	2,43±0,082 ***,++	2,97±0,105 ***	3,12±0,101 ***,++	3,82±0,165 ***
α-токоферол	0,34±0,011	0,34±0,026 ***	2,09±0,036	2,12±0,038 ***	2,49±0,036	2,68±0,094 **
Стресс + α-токоферол	0,39±0,009 ###,+++	0,59±0,014 #	2,17±0,077 ###	2,53±0,054 ##	2,87±0,049 #+	3,11±0,097 ##
Витамин С	0,35±0,014	0,35±0,017 ***	2,11±0,023	2,14±0,019 ***	2,53±0,031	2,70±0,053 **
Стресс + витамин С	0,40±0,004 ###,+++	0,58±0,009 #	2,19±0,059 ###	2,55±0,039 #	2,89±0,034 #+	3,15±0,074 ##
Стресс + α-токоферол + витамин С	0,36±0,007 ###,+++	0,54±0,012 ##	2,15±0,044 ###	2,49±0,063 ##	2,79±0,053 ###	2,91±0,083 ###
Циклоферон	0,33±0,008	0,31±0,018 ***	2,08±0,024	2,13±0,027 ***	2,51±0,043	2,67±0,053 **
Циклоферон + стресс	0,38±0,006 ###,+++	0,57±0,007 #	2,18±0,059 ###	2,52±0,038 ##	2,85±0,033 #+	3,12±0,069 ##
Эмоксипин	0,42±0,005 ***,+++	0,51±0,023 **	2,13±0,048 +++	2,43±0,036 **	2,79±0,063	2,84±0,074
Стресс + эмоксипин	0,47±0,008 ***,+++	0,60±0,009 ##	2,34±0,071 ***,++	2,88±0,057 ***	3,01±0,096 ***,++	3,56±0,123 **

Примечание: * - p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001 достоверность различий в сравнении с контрольной группой
- p<0,05, ## - p<0,01, ### - p<0,001 — достоверность различий в сравнении с стрессированными животными
+ - p<0,05, ++ - p<0,01, +++ - p<0,001 — достоверность различий в сравнении с старыми животными
±m — ошибка средней

Таблица 3. Влияние иммобилизационного стресса и антиоксидантов на перекисный гемолиз эритроцитов крыс.

Характер воздействия	Гемолиз эритроцитов %, $\pm m$	
	молодые	старые
Контроль	4,38 \pm 0,259 +++	7,93 \pm 0,387
Иммобилизационный стресс	7,16 \pm 0,425 ***++	10,87 \pm 0,826 **
-токоферол	4,42 \pm 0,158 +	5,04 \pm 0,243 ***
Стресс + -токоферол	4,97 \pm 0,276 ###+++	8,21 \pm 0,615 #
Витамин С	4,46 \pm 0,147 +	4,89 \pm 0,197 ***
Циклоферон	4,39 \pm 0,227	5,97 \pm 0,328 **
Циклоферон + стресс	5,38 \pm 0,315 ##+	8,29 \pm 0,414 #
Стресс + витамин С	5,05 \pm 0,187 ###+++	8,35 \pm 0,577 #
Стресс + -токоферол + витамин С	4,88 \pm 0,244 ###+++	8,02 \pm 0,598 #
Эмоксипин	4,81 \pm 0,236 +++	7,65 \pm 0,361
Стресс + эмоксипин	6,29 \pm 0,381 ***+++	9,13 \pm 0,411 *

Примечание: * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ достоверность различий в сравнении с контрольной группой
- $p < 0,05$, ## - $p < 0,01$, ### - $p < 0,001$ — достоверность различий в сравнении с стрессированными животными
+ - $p < 0,05$, ++ - $p < 0,01$; +++ - $p < 0,001$ — достоверность различий в сравнении с старыми животными
 $\pm m$ — ошибка средней

Установлено, что при развитии старческих изменений в организме, только СРО подвергаться регуляции различными антиоксидантами [2]. В наших исследованиях при добавлении к рациону животных α -токоферола, витамина С и циклоферона выявлены следующие закономерности: у старых животных произошло резкое уменьшение процента гемолизированных эритроцитов в сравнении с контролем, в то время как у молодых данный показатель несколько увеличился. Возможно, это связано с тем, что уровень мембранной защиты эритроцитов молодых животных вполне достаточен для устойчивости к действию пероксидов, а добавление избыточных концентраций α -токоферола привело к напряжению антиоксидантной системы эритроцитарных мембран. Колебание содержания α -токоферола как в сторону снижения, так и в сторону увеличения от оптимального уровня приводит к дестабилизации мембран эритроцитов [9,17]. У старых животных с возрастом снижается антиоксидантная защита и проявляются антиоксидантные свойства α -токоферола, направленные на нормализацию окислительного потенциала клеточных мембран.

При введении экспериментальным животным синтетического антиоксиданта эмоксипина произошло незначительное снижение процента гемолизированных эри-

троцитов у старых крыс по сравнению с контрольной группой, в то время как у молодых животных данный показатель повысился (табл.4).

В наших исследованиях при действии иммобилизационного стресса степень гемолиза эритроцитов возросла у молодых и старых животных в сравнении с контролем. Данная тенденция прослеживается и в работе З. Ж. Сейдахметовой и Г. К. Ташеновой [7], согласно которой иммобилизационный стресс вызывает усиление свободнорадикальных процессов, что приводит к снижению гемолитической стойкости эритроцитов.

Предварительное введение в рацион животных обеих возрастных групп α -токоферола, витамина С, циклоферона и комплекса « α -токоферол и витамин С» перед стрессированием привело к увеличению резистентности мембран эритроцитов к перекисной провокации. Аналогичное предварительное введение эмоксипина способствовало незначительному уменьшению процента гемолизированных эритроцитов в сравнении с воздействием только стресса и достоверному увеличению по сравнению с контрольной группой у молодых и старых крыс.

Выводы

1. Иммобилизационный стресс вызывает интенсификацию свободнорадикальных процессов в плазме

крови и печени, одновременно резко усиливается гемолиз эритроцитов у самцов крыс вне зависимости от возраста.

2. В условиях иммобилизационного стресса α-токоферол, витамин С, циклоферон способствуют снижению уровня ПОЛ плазмы крови и печени, уменьшению интенсивности перекисного гемолиза эритроцитов лабораторных животных вне зависимости от возраста по сравнению с группой стрессированных, не получавших предвари-

тельно препараты. Таким образом, α-токоферол, витамин С и циклоферон проявляют стресс-протекторное действие.

3. В отличие от α-токоферола, витамина С и циклоферона, синтетический антиоксидант эмоксипин оказывает менее выраженный антиоксидантный эффект у молодых и старых мышей и крыс, что по-видимому, определяется различием химической структуры и, соответственно, свойств обоих антиоксидантов.

Литература:

1. Анисимов, В. Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения: в 2 т. — 2 изд., перераб. и доп. — СПб.: Наука, 2008. — Т.1,2. — 481 с., 434 с.
2. Арутюнян, А. В., Козина Л. С. Механизмы свободнорадикального окисления и его роль в старении // Успехи геронтолог. — 2009. — Т. 22, № 1. — с. 104–116.
3. Барабой, В. А. Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы. — К.: Фитосоциоцентр, 2006. — 424 с.
4. Зенков, Н. К., Кандалинцева Н. В., Ланкин В. З. Фенольные биоантиоксиданты. — Новосибирск, 2003. — 328 с.
5. Мажитова, М. В., Карибьянц М. А., Теплый Д. Л. Определение эмоксипина в биологическом материале с применением м-крезолфталексона sa // Естественные науки.-2011. — № 1. — с. 226–231.
6. Покровский, А.А., Абраров А. А. К вопросу о перекисной резистентности эритроцитов // Вопр.питания. — 1964. — № 6. — с. 44–49.
7. Сейдахметова, З. Ж., Ташенова Г. К. Влияние иммобилизационного стресса на реактивность симпат-адреналовой системы резистентность эритроцитов у крыс в периоды маммо- и лактогенеза // Бюллетень со РАМН. — 2005. — Т118, № 4.-С. 93–95.
8. Строев, Е. А., Макарова В. Г. Практикум по биологической химии. — М.: Высшая школа, 1986. — с. 211–214.
9. Теплый, Д. Л. Нейрофизиологические эффекты витамина Е. Астрахань: ЛЕОН. — 2008. — 309 с.
10. Aydin, S. Gender-dependent oxidative variations in liver of aged rats//Biogerontology. — 2010. — Vol.11, № 3.-P.335–346.
11. Chaturvedi, P. Bitter melon protects against lipid peroxidation caused by immobilization stress in albino rats// Int J Vitam Nutr Res. — 2009. — Vol.79, № 1.-P.48–56.
12. Gautam, N., Das S., Mahapatra S. K. Age associated oxidative damage in lymphocytes //Oxid Med Cell Longev. — 2010. — Vol. 3, № 4. — P. 275–282.
13. Honma, T., Tsuduki T., Sugawara S. Aging decreases antioxidant effects and increases lipid peroxidation in the Apolipoprotein E deficient mouse //J Clin Biochem Nutr. — 2013. — Vol.52.-№ 3.-P.234–240.
14. Kyaw, M., Yoshizumi M., Tsuchiya K., et al. Atheroprotective effects of antioxidants through inhibition of mitogen-activated protein kinases // Acta Pharmacol Sin.-2004.-Vol. 24, N8.-P.977–985.
15. Niki, E. Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxy radical scavenger: in vitro and in vivo evidence// Free Radic Biol Med. — 2013., N5.-P.537–549
16. Pollack, M., Phaneuf S., Dirks A., Leeuwenburgh C. The role of apoptosis in the normal aging brain, skeletal muscle, and heart // Ann N Y Acad Sci. — 2002. — N 959.-P. 93–107.
17. Teply, D. L. Neurophysiological effects of vitamin E. Publishing House «Astrakhan University». — 2010. — p.310.
18. Thiagarajan, R., Manikandan R. Antioxidants and cataract//Free Radic Res. — 2013. — Vol.47, № 5. — P.337–345.

Хлеб как элемент здорового питания

Тошев Абдували Джабарович, доктор технических наук, профессор;
Колесник Наталья Алексеевна, студент магистратуры
Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск)

Хлеб — гениальное изобретение человечества, он рожден четырьмя стихиями: солнцем, землей, водой и огнем. Как же много уважения и любви к хлебу выражается во всех культурах мира! У каждого континента

или страны свой хлеб. У европейцев — пшеничный или ржаной, в странах Америки — кукурузный. Причем ни в одной культуре хлеб никогда не считался вредным продуктом.

Хлебобулочные изделия — основа пирамиды здорового питания. За счёт хлеба на 30 % удовлетворяется суточная потребность организма в белке, на 50 % — в пищевых волокнах (так необходимых для нормальной работы кишечника), на 50 % — в железе. Помимо этого, в хлебе содержатся дефицитные витамины группы В (В₁, В₆), Рр, минеральные соли, калий, кальций, фосфор. По-

этому настоящие диетологи даже при назначении лечебного питания не рекомендуют отказываться от хлеба.

Выбор продукта зависит не только от содержания в нем витаминов и минералов, а также от полезных свойств продукта в целом, но и от содержания в продукте белков, жиров и углеводов (БЖУ) конкретного вида. В таблице 1 приведены данные о содержании БЖУ, а также о энергетической ценности различных видов хлеба.

Таблица 1. Содержание БЖУ в хлебе

Наименование хлеба	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Энергетическая ценность, ккал
Белый пшеничный, в/с	8	2,37	48,92	257
Ржаной	7,23	1,61	39,16	197
Ржаной с тритикале	6,4	0,97	46,6	205
Из цельного зерна	9	3,62	38,8	230
С отрубями	8,09	2,38	44,83	237
С добавлением гречневой муки	7,54	2,8	46,2	237
Бездрожжевой	6,74	1,44	46,2	212

Согласно данным таблицы 1 нужно следовать следующим рекомендациям:

— избегать изделий из муки первого и высшего сортов. Из питательных веществ в них остались только белки, жиры и углеводы, причем последних — львиная доля. В то же время, такие продукты почти полностью лишены полезных витаминов и минералов, удаленных с шелухой зерна;

— отдавать предпочтение цельнозерновому бездрожжевому хлебу, или хотя бы сорту хлеба с одним из свойств, характерным для данного вида хлеба. Такой хлеб несет в себе сложные углеводы, благотворно действует на работу желудочно-кишечного тракта. Также в таких изделиях содержится большое количество витаминов и минералов в их естественном виде;

Хлебобулочные изделия с отрубями содержат большой набор витаминов и минералов, а также большое количество клетчатки, благодаря которой из организма выводятся продукты процесса распада.

Ржаной хлеб — выводит токсины, обеспечивает чувство сытости на долгий период времени. Диетологи рекомендуют включать его в пищу при сахарном диабете.

Хотелось еще несколько слов сказать о муке тритикале. Тритикале является перспективной культурой для получения хлебопекарной муки и других пищевых продуктов таких, как: печенье, макаронные изделия, тесто для пиццы и сухие завтраки. Хлеб из тритикале имеет специфический вкус и приятный аромат, длительное время сохраняет свежесть и не черствеет 3–4 дня. Мука тритикале

обладает диетическими свойствами благодаря признакам пшеницы и ржи: низкокалорийная; большее содержание витаминов и микроэлементов; достаточное количество клетчатки и гемицеллюлозы, которые усиливают перистальтику кишечника; содержит большее количество незаменимых аминокислот, что очень важно для людей

пожилого возраста и больных сахарным диабетом; в ней больше фруктозы, необходимой для нормальной жизнедеятельности человеческого организма; содержит витамины группы В, так необходимых для здоровья нашего позвоночника. Благодаря содержанию линоленовой кислоты, которой нет в пшеничной, очень полезна для людей с заболеваниями сердца; помогает организму справляться со стрессами и депрессией, повышает жизненный тонус, улучшает настроение; регулирует обменные процессы в организме человека.

Концепция государственной политики в области здорового питания предусматривает, что 50 % хлебобулочных изделий должны вырабатываться обогащенными и специализированными. В настоящее время в Российской Федерации производится только 1 % таких изделий от общего объёма. При этом разработан широчайший ассортимент изделий на любой запрос — с различными добавками, из разных видов муки, с повышенной пищевой ценностью, обогащенных витаминами и минеральными веществами, адресный хлеб (для больных сахарным диабетом, пожилых людей, детей, пациентов с хроническими заболеваниями и непереносимостью белка злаковых культур). Все чаще в магазинах можно встретить хлебную продукцию, содержащую такие полезные вещества и элементы, как йод, бета-каротин, эламин, что особенно важно при дефиците данных компонентов.

Анализируя литературные источники о хлебе, можно сделать следующие выводы:

— не стоит полностью исключать из рациона питания злаки и хлеб, существует только одно исключение, при котором запрещено есть хлеб, — это наследственное заболевание — целиакия, которое вызывает непереносимость растительного белка;

— следует обратить внимание на торговую марку производителя. Крупные предприятия по производству хлеба, как

правило, серьезно относятся к качеству своего товара и у них есть возможность внедрения новых технологий и рецептов. В наши дни все большие фабрики и пекарни учитывают стремление потребителей к правильному питанию;

— не нужно избегать хлеба с различными добавками в виде изюма, кураги, кунжута, тмина и прочих пряно-

стей или сухофруктами. Такие буханочки подарят дополнительный заряд энергии и приятный вкус;

при потреблении дрожжевого хлеба предпочтительнее выбирать «вчерашний», поскольку в слегка черством хлебе снижается остаточное количество дрожжей, он рекомендуется даже людям с большим желудком.

Литература:

1. Химический состав пищевых продуктов: Справочные таблицы содержание основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. Кн. I: / Под ред. И. М. Скурихина и М. Н. Волгарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1987. — 224 с.;
2. Сушанский, А. Г., Лифляндский В. Г. Энциклопедия здорового питания. Т 1 Питание для здоровья/СПб.: Издательский дом «Нева»; М.: ОЛМА-ПРЕСС». — 1999
3. Кузнецова, Л. С. Технология производства мучных кондитерских изделий: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Л. С. Кузнецова, М. Ю. Сиданова. — 6-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 400 с.
4. Ульянова, О. В. Разработка новой технологии получения БАД с применением метода механохимической активации/ Ульянова О. В., Дударев М. С., Вербицкая Е. А., Мартовщук Е. В.// Материалы Международной научно-практической конференции «Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России», г. Орел, 12–14 декабря 2006 г. — с. 139–140.
5. Патент № 2272836. Способы использования нетрадиционных добавок в производстве мучных кондитерских изделий/ Ульянова О. В., Рябуха Н. П., Мартовщук Е. В. и др. Опубл. 27.03.06. Бюл. № 9.
6. Способ приготовления хлебобулочного изделия/ Решение о выдаче патента РФ на изобретение по заявке № 2006100838// Ульянова О. В., Мартовщук В. И., МартовщукЕ.В. и др.
7. Корячкина, С. Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий. Научные основы, технологии, рецептуры / С. Я. Корячкина. — Орел: Изд-во Труд, 2006. — 480 с.
8. Анискин, В. И., Еркинбаева Р. К., Налеев А. О. Технологические особенности зерна тритикале и пути повышения эффективности его использования. — М.: ВНИИТЭИ, 1992. — с. 43–46.

МЕДИЦИНА

Тенденции и перспективы развития здравоохранения в Ставропольском крае

Беляева Виктория Александровна, студент
Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского

В статье охарактеризованы тенденции и перспективы развития здравоохранения в Ставропольском крае. Рассматриваются сильные и слабые стороны развития сферы здравоохранения края.

Ключевые слова: бюджет, здравоохранение, медицинская помощь, федеральное финансирование.

Уже в течение четырнадцати лет в Ставропольском крае продолжается реализация национального проекта «Здоровья», а с 2019 г. национального федерального проекта «Здравоохранение» [2], что позволило снизить многие негативные факторы, которые вызваны дефицитом недофинансирования данной сферы в 1990-х гг. Продолжает развиваться первичная медико-санитарная помощь и высокотехнологичные методы лечения. Наблюдается положительная динамика реализации программы формирования здорового образа жизни.

Основные объемы медицинской помощи обеспечиваются в амбулаторно-поликлиническом звене здравоохранения. Однако именно это звено перестало выполнять свои функции из-за деградации участковой системы и тотального старения медицинской техники и оборудования. За шесть лет в эту сферу было вложено 950 млн. рублей, закуплено 2,5 тыс. единиц современного оборудования для диагностики различных заболеваний. Предпринятые меры позволили увеличить на четверть посещаемость амбулаторно-поликлинических учреждений Ставропольского края (до 57 тыс. пациентов в смену). Уровень выявляемости заболеваний онкологического, урологического характера, системы кровообращения возрастает в настоящее время на 1 % в год, что связано с высокой оснащенностью лечебно-профилактических учреждений.

Стабилизирована численность и размер оплаты труда медицинского персонала, который имеет первичный контакт с больными. Однако, в настоящее время кадровые проблемы сохраняются, например, высока доля пенсионеров (более 24 %). То есть следует решать проблему укомплектованности медицинских учреждений кадровыми ресурсами выпускниками медицинских ВУЗов. Еще одной проблемой является социальная незащищенность медработников. Те мероприятия, которые планируются на государственном уровне, связанные с введением льгот на оплату коммунальных услуг в сельской местности, выдача единовремен-

ного пособия молодым врачам в размере 1 млн.руб., приехавшим туда на работу, способствуют решению данной проблемы и позволят добиться положительного эффекта. Руководителям муниципальных городских округов следует обратить внимание на решение жилищных проблем медицинских работников, чтобы избежать увеличения дефицита кадров сфере здравоохранения [3, с. 141].

За 9 месяцев 2019 г. за счет федерального финансирования были оплачены услуги по оказанию медицинской помощи более чем на 331 млн. руб., что выше показателя 2018 г. на 30 %. За счет этих средств было закуплено медицинское оборудование и лекарственные средства, а также направлены на стимулирующие выплаты врачам.

Одним из важных направлений развития сферы здравоохранения Ставропольского края является квотирование 20 высокотехнологичных видов медицинской помощи (ВПМ) в федеральных клиниках страны. Это операции на открытом сердце, нейрохирургические, онкологические, офтальмологические, хирургические вмешательства высокой степени сложности, экстракорпоральное оплодотворение. Это позволило в 2018–2019 гг. получить высокотехнологичную медицинскую помощь 8874 пациентам.

В федеральной программе оказания ВПМ с 2007 г. участвует Ставропольский краевой клинический центр организации специализированных видов медицинской помощи, которому за счет федерального финансирования выделяются квоты по ортопедии и травматологии, нейрохирургии и сердечно-сосудистой хирургии. За 2019 г. клиническим центром осуществлено 110 оперативных вмешательств.

Финансирование ВМП с 2015 г. было передано в систему ОМС, что позволило краевым учреждениям здравоохранения повысить ее доступность для жителей края. Однако снова возникает проблема подготовки высококвалифицированных медицинских кадров. Уже сегодня

отдельные центральные клиники предлагают сотрудничество в целевой практической подготовке врачей на собственных базах и это следует больше использовать.

В Ставропольском крае реализуется программа иммунопрофилактики, в рамках Национального календаря прививок и проекта «Здоровье». В частности, это касается иммунизации детей и взрослых жителей края. Например, в течение последних пяти лет против гепатита «В» 750 тыс. человек. В 2017–2018 гг. по вине федеральных структур возникла неритмичная поставка вакцин, но даже в таких условиях краевая медицина снизила заболеваемость взрослого населения в возрасте до 55 лет в 3 раза, а среди детей — в 7,5 раза.

Важным фактором, используемым для оценки состояния общественного здоровья и раннего выявления заболеваний является дополнительная диспансеризация работающего населения. В крае нарабатана и эффективно применяется практика организации медосмотров в ходе диспансеризации и охват населения ежегодно составляет порядка 100 % от запланированного. В частности, в текущем году досрочно выполнили план-график лечебно-профилактические учреждения Андроповского, Георгиевского ГО, Грачевского, Минераловодского ГО, Предгорного, Туркменского, Шпаковского районов.

Как показывают результаты медосмотров, практически здоровыми признаются 20–25 % осмотренных, 25–27 % граждан имеют те или иные факторы риска возникновения заболеваний, а у 60 % граждан в результате медосмотров выявляются различные заболевания и им проводят дополнительные обследования и назначают лечение. Безусловным фактом остается то, что часть экономически активного населения не проходят диспансеризацию и ограничивает обращаемость за медицинской помощью [4, с. 454]. Это привело к тому, что у половины трудоспособного населения не своевременно устанавливаются различные патологии, что приводит к инвалидизации и преждевременной смертности.

Сердечно-сосудистая патология лидирует среди причин смертности трудоспособного населения. Для снижения данного негативного фактора в крае успешно реализуется целевая программа, в рамках которой созданы Ставропольский региональный сосудистый центр, первичные сосудистые отделения в Ессентуках, Невинномысске, Пятигорске и Ставрополе. Появление данных медицинских учреждений позволило повысить эффективность оказания специализированной медицинской помощи жителям края без обращения в краевые структуры здравоохранения. За последние два года в сосудистом центре и отделениях оказана своевременная помощь более чем 13 тыс. пациентам с диагнозами инсульта и инфаркта. В ближайшее время планируется создать сосу-

дистые отделения в таких городах края, как Буденновск, Кисловодск и Светлоград.

За последние годы в Ставропольском крае активно развиваются 1 травмоцентр первого уровня, 2 — второго уровня и 5 — третьего уровня, которые имеют возможность оказать первую медицинскую помощь в течение 20 минут после ДТП, благодаря наличию восьми оснащенных необходимым оборудованием реанимобилей. Однако возможности реанимобилей используется не полностью из-за нехватки в штатах травмоцентров третьего уровня анестезиологов-реаниматологов.

Получили развитие и службы крови, которым в рамках федерального финансирования было выделено 186 млн. руб. Эти средства направлены на создание мобильных (выездных) пунктов по заготовке донорской крови, а также на приобретение необходимой техники для создания единой федеральной информационной базы по донорству.

Таким образом, уже сейчас можно отметить и сильные и слабые стороны реализации проекта. Так, к слабым сторонам можно отнести вопрос целевой подготовки медицинских кадров; размещение центров в действующих поликлиниках, которые не обладают достаточными площадями; не все ЛПУ обеспечивают необходимые результаты работы созданных в них центров и др.

В рамках выполнения Федерального закона № 323 от 21.11.2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [1] продолжается перевод здравоохранения с клинических на профилактические рельсы. Продолжает развитие наркологическая служба края в **диагностическом и реабилитационном направлении. Были выделены средства из краевого бюджета на ремонт помещения в размере 8,7 млн. руб. под размещение в г Пятигорске реабилитационного наркологического центра. А 20,7 млн.руб. из федерального бюджета были направлены на покупку медицинской техники и оборудования на оснащение краевого клинического наркологического диспансера и реабилитационного наркологического центра.**

В рамках реализации федеральных программ в области здравоохранения в Ставропольском крае удалось частично решить проблемы оснащения медучреждений новым оборудованием и автотранспортом. В 2017–2019 гг. федеральное финансирование для этих целей составило более 1,6 млрд. руб. В текущем году планируется приобрести 4845 единиц оборудования и медицинской техники, что практически втрое больше показателей 2019 г.

Таким образом, развитие здравоохранения в Ставропольском крае имеет положительный эффект, однако для дальнейшего его развития необходимы дополнительные ресурсы для вывода отрасли на уровень современных требований.

Литература:

1. Федеральный закон «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 г. N 323-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 20.05.2020).

2. Паспорт национального проекта «Здравоохранение» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24 декабря 2018 г. N 16).
3. Тимербулатова, Л. И. Приоритетные направления государственной политики в сфере здравоохранения // Молодой ученый. — 2017. — № 40 (174). — с. 140–142. — URL: <https://moluch.ru/archive/174/45887/> (дата обращения: 26.05.2020).
4. Редько, А. А. О нерешенных проблемах российского здравоохранения // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2016. — № 2. — с. 453–456.

Что такое ЭМИ? Влияние электромагнитного излучения на человека

Кудратиллаев Камронбек Расулматович, студент
Медицинский университет Астана (г. Нур-Султан, Казахстан)

В статье автор собирается объяснить, что такое ЭМИ, а также определить главные источники электромагнитного излучения в быту, влияние ЭМИ на здоровье и средства защиты от ЭМИ.

Ключевые слова: ЭМИ, источники, влияние, защита.

Электромагнитное излучение — это волны электромагнитного происхождения, возникающие при изменении электрического или магнитного поля.

Каждая клетка в теле человека создает вокруг себя слабое электромагнитное поле, путем вибраций. Часто это явление называют «биополем», «аурой» или биопотенци-

алом. Так как наше тело имеет собственное электромагнитное поле, то любое изменение приводит к изменению самой структуры поля. В конечном итоге ведущий к различным проблемам.

В настоящее время известны следующие виды ЭМИ:

Вид излучения	Длина волны	Применение
1. радиоволны	1мм-10км	Радиосвязь, интернет, микроволновая печь
2. инфракрасное излучение	1мм-780 нм	Отопление, стерилизация, приготовление пищи.
3. видимый свет	780–380 нм	Освещение
4. ультрафиолетовые излучение	380–10 нм	Лампы для загара, дезинфекция.
5. рентгеновское излучение	10 нм — 5 пм	Рентген
6. гамма-лучи	Менее 5 пм	Лучевая терапия

Источниками электромагнитного излучения могут быть различные приборы, аппараты и приспособления, которые генерируют ЭМИ. Основной характеристикой для измерения вреда ЭМИ является мощность, а также продолжительность воздействия ЭМИ. В настоящее время основную опасность для здоровья людей представляют:

- электроприборы(все бытовые приборы)
- линий электропередач
- электропроводка
- гаджеты и компьютеры
- роутеры и источники беспроводной сети
- мобильная связь
- электротранспорт

Человеческий организм безусловно уникальная система, которая защищает себя от всех угроз для своего существования. Наш организм может справиться или, вернее сказать, защитить себя от некоторой части ЭМИ. Но человеческий организм получает сверхдозу ЭМИ каждый день. Если добавить к этому эффект накопления ЭМИ, что человеческий организм живет с «бомбой» замедленного дей-

ствия. Вследствие постоянного воздействия ЭМИ проявляются различные сбои в организме что ведет к тяжелым последствиям. Люди, которые часто подвергаются действию ЭМИ, жалуются на учащение заболеваемости из-за снижения иммунитета, низкую стрессоустойчивость, замкнутость, снижение сексуальной активности и работоспособности. В зону риска попадают не только представители интеллектуального труда и IT-специалисты. В XXI веке появилось понятие как «интернет зависимость», т. е. люди начали злоупотреблять интернет-ресурсами при общении, предпочитая живому общению. В основном в зоне риска находятся жители мегаполисов, которые предпочитают прогулке по парку кинотеатры или онлайн игры.

Современные дома и квартиры оснащены большим количеством электроприборов, которые представляют угрозу для здоровья его жильцов. Например, бытовая электроплита на расстоянии 20–30 см уровень ЭМИ составляет 1–3 мкТл. Обычный бытовой холодильник не выше 0,2 мкТл, если включить режим «no frost» уровень ЭМИ превышает допустимого уровня даже на расстоянии

метра от холодильника. Электрические чайники на расстоянии 20 см способны излучить уровнем 0,6 мкТл. Электрические приборы как утюг или стиральная машина не представляют большую опасность при правильной эксплуатации. При использовании пылесоса возникает излучение 100 мкТл. Самую большим ЭМ-полем обладают электробритвы свыше ста мкТл. СВЧ-печи на расстоянии 30 см излучают 8 мкТл. Больше всего — 70 % времени человек проводит с электроприборами, которые обладает слабым ЭМИ. Это могут быть телевизоры, персональный компьютер, фен и т. д. В наше время стало актуальным строительство ЭКО домов, т. е. дома из экологических материалов. Но даже в этих домах в первую очередь проводят электропроводку, что само по себе является источником электромагнитного излучения. Не считая всех электроприборов, интернет-линий, кабельного телевидения и т. д. Если учитывать, что нормой для человека является излучение уровнем 0,2 мкТл, то оказывается, что мы просто окружены опасным количеством ЭМИ.

Нервная система является самым уязвимым местом для ЭМИ. Под влиянием ЭМИ нарушается обмен ионами калия, что вызывает сбой в работе нервной системы. Это создает такие отклонения как: замедление реакций, ухудшение памяти, вызывает депрессию. Уже давно известно, что ЭМИ снижает иммунитет организма, вследствие нарушения производства иммунных клеток.

Большое влияние ЭМИ оказывает также эндокринной системе. Под влиянием ЭМИ происходит стимуляция гипоталамо-адреналовой системы, в результате чего увеличивается уровень адреналина в крови и увеличение его сворачиваемости. Изменение уровня адреналина в крови вызывает изменения на надпочечниках, путем выброса гормона стресса — кортизола. Кортизол в свою очередь вызывает повышенную возбудимость, нарушение сна, перепады настроения, скачки АД, раздражительность и слабость.

Состояние всего человеческого организма тесно связана с качеством крови, которая обладает собственным электрическим потенциалом. ЭМИ провоцирует изменения в крови вызывая слипание или разрушение форменных элементов крови эритроцитов и тромбоцитов. ЭМИ влияет на кроветворные органы, тем самым нарушая образование компонентов последнего. Эти изменения провоцируют выброс адреналина в кровь, а адреналин

выброс кортизола. Под влиянием электромагнитного излучения нарушается работа сердца, проводимость миокарда, возникает аритмия, скачет АД.

ЭМИ оказывает большое воздействие на репродуктивную систему. Под влиянием ЭМИ уменьшается подвижность сперматозоидов, а также разрушает сперматозоиды с Y-хромосомой. Но больше всего ЭМИ оказывает на женский организм. ЭМИ сильнее влияют на детей чем на взрослых, в основном на мозг, что связано с большой проводимостью мозгового вещества в ранние годы жизни. Электромагнитные волны проникает глубоко в мозг ребенка. Высока вероятность патологий у ребенка до 16 лет под влиянием ЭМИ. В ходе исследование ученых США было установлено что вероятность выкидышей у будущих матерей, которые регулярно подвергались действию ЭМИ, равнялась 80 %. Что и стало доказательством накопительного эффекта ЭМИ, и его разрушительного действия.

Одним самых актуальных вопросов современности является защита от электромагнитного излучения. Невозможно полностью защититься от ЭМИ в современном мире, но можно уменьшить влияние. Опасность ЭМИ заключается в том, что это невидимый процесс. Так как нельзя полностью защититься от ЭМИ, то можно сделать следующее:

- включать электроприборы по очереди;
- не группировать электроприборы, чтобы не усиливать ЭМИ;
- убрать электроприборы с мест наиболее долгого нахождения, как обеденный стол и т. п.;
- заземлить розетки;
- убрать радиотелефон дальше от спальни и рабочего стола;
- выбирать электроприборы со стальной поверхностью.

Быть обладателем крепкого здоровья актуально всегда, но не так легко сделать это в настоящее время. Под влиянием ЭМИ человеческий организм испытывает сильнейший стресс. Только стоит задуматься о количестве ЭМИ, которое вы поглощаете за один день, обо всех действиях ЭМИ на наше тело. Каким бы образом ни совершенствовалась медицина в настоящее время, проблема ЭМИ, безусловно, является одной из самых важных в медицине.

Литература:

1. Аполлонский, С. М. Безопасность жизнедеятельности человека в электромагнитных полях / С. М. Аполлонский, Т. В. Каляда, Б. Е. Синдаловский. — М.: Политехника, 2008. — 264 с.
2. Троицкий, В. Л. Влияние ионизирующих излучений на иммунитет / В. Л. Троицкий, М. А. Туманян. — М.: Государственное издательство медицинской литературы, 2017. — 198 с.
3. Б., Блейк Левитт Защита от электромагнитных полей / Б. Блейк Левитт. — Москва: Гостехиздат, 2017. — 448 с.

Ожирение как фактор риска повышения артериального давления у подростков

Соколов Дмитрий Константинович, студент магистратуры;
Слажнева Татьяна Ивановна, доктор медицинских наук, профессор
Казахстанский медицинский университет «ВШОЗ» (г. Алматы)

Индершиев Вильдан Арсланович, студент;
Абдуллаева Дилбар Саттаркизи, студент
Казахский национальный медицинский университет имени С. Д. Асфендиярова (г. Алматы)

В статье рассмотрены показатели распространенности артериальной гипертонии (АГ) и ожирения у подростков 15–17 лет, выявленной во время проведения профилактических медицинских осмотров школьников г. Алматы. Дана оценка частоты выявления АГ среди подростков в зависимости от уровня индекса массы тела (ИМТ) и различий по полу. Отмечена достоверная взаимосвязь между ожирением, АГ и полом: у мальчиков ожирение в сочетании с АГ встречались в четыре раза чаще, чем у девочек.

Ключевые слова: артериальная гипертония, распространенность, подростки, ожирение, индекс массы тела

Введение. За последние 30 лет распространенность ожирения среди детей и подростков почти утроилась. Текущие оценки показывают, что приблизительно 17 % детей в возрасте от 2 до 19 лет страдают ожирением [5]. Хотя эти статистические данные сами по себе вызывают беспокойство, их последствия имеют особое значение. Дети с ожирением подвержены значительно большему риску сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ): у 70 % детей и подростков с ожирением есть как минимум один фактор риска ССЗ, а у 39 % — два или более (таких, как дислипидемия, инсулинорезистентность, гипертрофия левого желудочка) [3,6]. Подростковый возраст знаменует собой начало естественных возрастных изменений свойств артериальной стенки, и у детей с ожирением риск повреждения кровеносных сосудов и сердечно-сосудистых заболеваний выше, чем у их сверстников с нормальным весом [7]. Имеет немаловажное значение и тот факт, что с возрастом эти факторы риска могут сохраняться и накапливаться, что в свою очередь приводит к увеличению заболеваемости и смертности от ССЗ у взрослых [8,9].

Одним из факторов риска развития ССЗ является артериальная гипертония. По данным большинства источников распространенность АГ у школьников составляет около 5 %. Однако, в некоторых исследованиях прослеживается увеличение этих показателей с 8 до 24 % [1,4]. Особый интерес представляет динамика показателей заболеваемости АГ у подростков в крупных городах, таких как Алматы. По данным Республиканского Центра Развития Здравоохранения (РЦРЗ), в г. Алматы отмечается рост заболеваемости АГ у лиц 15–17 лет с 54,8 на 100 тысяч в 2013 году до 85,8 на 100 тысяч подростков в 2018 году [2]. С одной стороны, возможно это связано с улучшением методов диагностики и разработкой рекомендаций по выявлению АГ у детей. С другой стороны, увеличение подростков с факторами риска, в частности

с ожирением, приводит к появлению все большего числа молодых людей с АГ.

Цель исследования: оценка распространенности артериальной гипертонии и влияния избыточной массы тела и ожирения на повышение артериального давления у подростков г. Алматы.

Материалы и методы: исследование проводилось сплошным методом, во время проведения профилактических медицинских осмотров школьников в шести общеобразовательных школах г. Алматы. В исследование включались только лица, соответствующие критериям включения: в возрасте от 15 до 17 полных лет, проживающие в г. Алматы, подписавшие информированное согласие. К критериям исключения, помимо возрастных рамок, отнесены невозможность выполнения измерения АД на плечевой артерии и наличие заболеваний или состояний, способных негативно повлиять на результаты исследования. Репрезентативный размер выборки был определен методом эпидемиологического анализа для генеральной совокупности в 51,1 тысячи (количество подростков г. Алматы по состоянию на 1 января 2019г), с 95 % доверительной вероятностью и доверительным интервалом ($\pm 5\%$). Согласно расчету, объем выборки составил 381 человек. Нами обследовано 404 человека. Средний возраст участников исследования составил $15,52 \pm 0,64$ лет. Большинство респондентов были в возрастной группе 15 лет (54,2 %) (таблица 1).

Распределение по полу: юношей — 50,7 % ($n=205$), девушек 49,3 % ($n=199$). Средний возраст юношей $15,53 \pm 0,64$ лет, средний возраст девушек $15,51 \pm 0,60$ лет. По количественному и возрастному составу обе группы были сопоставимы ($p > 0,05$).

Всем участникам по общепринятой методике производилось измерение основных антропометрических показателей. Расчет ИМТ для подростков 15–17 лет проводился онлайн с использованием антропометрического каль-

Таблица 1. Распределение подростков по возрасту и полу

Возраст (лет)	Пол респондента					
	Мужской		Женский		Всего	
	п	% к «Итого»	п	% к «Итого»	п	% к «Итого»
15	112	54,6	107	53,8	219	54,2
16	77	37,6	81	40,7	158	39,1
17	16	7,8	11	5,5	27	6,7
Итого	205	100,0	199	100,0	404	100,0

кулятора Anthro, разработанного ВОЗ для подсчета подобных данных у детей разного возраста и пола.

Каждому из участников проводилось трехкратное измерение артериального давления на плечевой артерии, с интервалом в 1–2 минуты, в положении сидя. Для уменьшения вероятности влияния внешних факторов и «гипертензии белого халата», в исследовании учитывались второе и третье измерения. Среднее из двух последних осциллометрических измерений, было использовано для классификации степени повышения АД в соответствии с критериями European Society of Hypertension (ESH), от 2016 г. : артериальная гипертензия определялась как систолическое артериальное давление (САД)/диастолическое артериальное давление (ДАД) ≥ 95 перцентиля для подростков 15 лет или САД ≥ 140 мм рт.ст. и/или ДАД ≥ 90 мм рт.ст. для лиц 16–17 лет. Высокое нормальное АД соответствовало САД/ДАД ≥ 90 и < 95 перцентиля или САД $\geq 130 \leq 139$ мм рт.ст. и /или ДАД $\geq 85 \leq 89$ мм рт.ст. [10].

Накопление, корректировка, систематизация накопленного материала и визуализация результатов проводилась в электронных таблицах Excel. Нормальное распре-

деление и однородность групп были проанализированы по полу, возрасту, ИМТ, показателям САД и ДАД по методу Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Статистическая обработка данных выполнена с помощью программы STATISTICA 10.0. При проверке гипотезы о равенстве средних в двух независимых выборках использовали t критерий Стьюдента. Различия считались достоверными при значении $p < 0,05$. Логистическая регрессия была использована для получения относительного риска (OR) как меры взаимосвязи между переменными и результатом. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости p принимался равным 0,05 при 95 % доверительном интервале.

Результаты и обсуждение: из 404 обследованных школьников (15–17 лет) повышение АД выше нормы выявлено у 89 человек (22,1 %), в том числе артериальная гипертензия была выявлена у 7,9 % респондентов ($n=32$, средний возраст $15,21 \pm 0,08$, медиана — 15). Высокое нормальное АД выявлено у 14,2 % респондентов ($n=57$, средний возраст $15,53 \pm 0,65$, медиана — 15) (таблица 2, рис. 1)

Таблица 2. Распределение всех участников исследования по уровню АД

Степень повышения АД	Количество респондентов $n=404$ (%)	ср САД (M \pm SD)	ср ДАД (M \pm SD)
Нормальное АД	315 (77,9 %)	113,8 \pm 8,7	69,3 \pm 6,8
Высокое нормальное	57 (14,2 %)	129,1 \pm 5,7	76,6 \pm 7,4
Артериальная гипертензия, в том числе:	32 (7,9 %)	140,4 \pm 12,2	83,4 \pm 11,1
1 степень	25 (6,2 %)	138,8 \pm 10,3	78,2 \pm 10,5
2 степень	7 (1,7 %)	155,8 \pm 5,9	92,7 \pm 9,8

По уровню АД среди лиц с выявленной артериальной гипертензией наиболее часто отмечалось повышение АД, соответствующее 1 степени — в 78,2 % случаев ($n=25$). При сравнении респондентов по полу выявлены незначительные отличия: в группе с повышенным АД в целом

мальчиков было в 1,4 раза больше, чем девочек ($p < 0,05$). Та же тенденция отмечается в первой подгруппе с высоким нормальным АД: мальчиков в 1,28 раза больше, чем девочек. Связь с полом во второй группе (АГ 1 степени) не имеет значимого различия ($p > 0,05$). В то же время третья

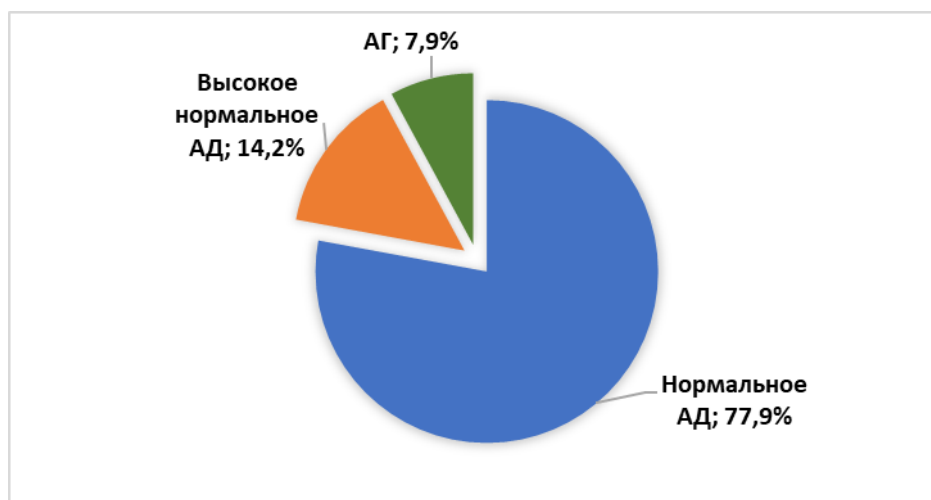


Рис. 1. Распространенность повышенного АД по результатам обследования

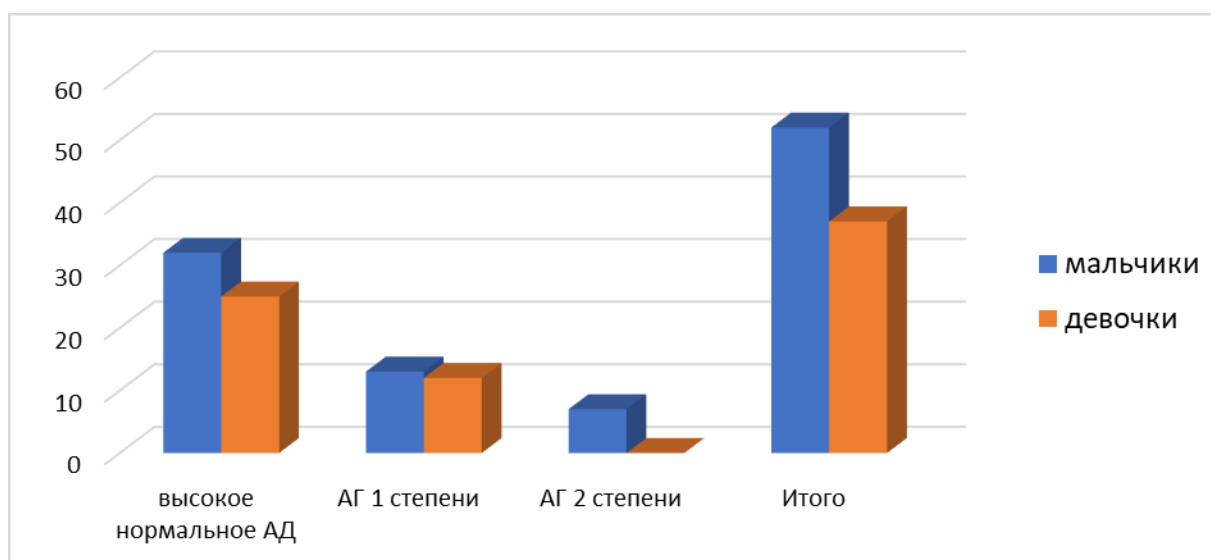


Рис. 2. Распределение по полу в зависимости от степени повышения АД

подгруппа (АГ 2 степени) целиком представлена только мальчиками ($p < 0,05$) (рис. 2)

Известно, что мужской пол является одним из факторов риска развития АГ. Тем не менее, в исследовании зависимости АГ и высокого нормального АД от пола респондентов анализ не показал наличие статистически достоверной связи между мужским полом подростков, проживающих в г. Алматы, и артериальной гипертензией (критерий Хи-квадрат 1,922 при уровне значимости $p = 0,166$). Сила связи между фактором (мужской пол) и исходом (повышение АД) оценена как слабая (коэффициент сопряженности Пирсона 0,069). Полученные данные согласуются с данными ряда авторов, получивших подобные результаты [11,12]. Однако, при сравнении средних показателей систолического АД у мальчиков и девочек выявлена достоверная разница (t-критерий Стьюдента — 2,924, $p = 0,006$), что вызвано в первую очередь преобладанием

изолированной систолической АГ (ИСАГ) среди подростков. Среди 57 респондентов с высоким нормальным артериальным давлением ИСАГ отмечена в 64,9 % случаев, из них мальчики составляли 70,3 %. Аналогичная ситуация прослеживалась и у лиц с повышением АД, соответствующего артериальной гипертензии 1 степени. Из 25 респондентов из данной подгруппы изолированная систолическая артериальная гипертензия (ИСАГ) выявлена в половине случаев 52 % ($n = 13$), при этом юношей с ИСАГ было в два раза больше, чем девушек. В группе респондентов с АГ 2 степени ($n = 7$) напротив, ИСАГ отмечена только у одного подростка, но все в группе были мальчики.

Взаимосвязь повышенного артериального давления с избыточной массой тела у подростков представляет определенный интерес с позиции возникновения и прогрессирования АГ в дальнейшем. Антропометрические показатели (рост, вес) и индекс массы тела (ИМТ) были рассчитаны у

Таблица 3. Показатели ИМТ у подростков 15–17 лет

Возрастная группа	Пол респондента				p
	Мужской		Женский		
	n	ИМТ (M±SD)	n	ИМТ (M±SD)	
15 лет	112	21,2±3,8	107	20,5±2,9	>0,05
16 лет	77	21,4±3,6	81	20,5±3,1	>0,05
17 лет	16	20,2±2,3	11	21,2±4,2	>0,05
Итого	205	21,2±3,7	199	20,6±3,1	>0,05

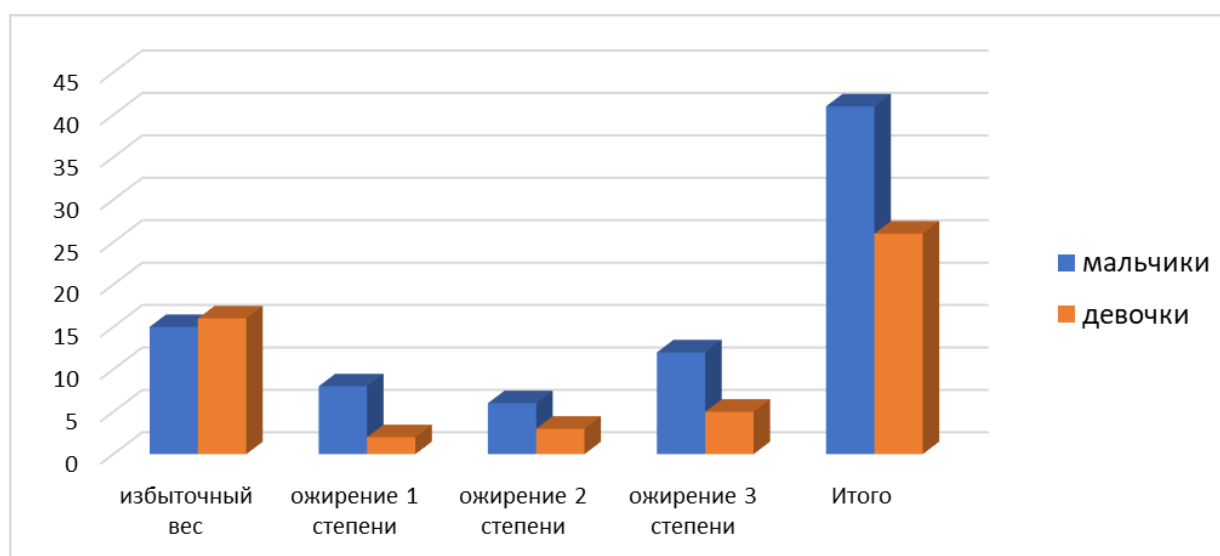


Рис. 3. Частота различной степени ожирения среди подростков 15–17 лет

404 респондентов. Отличия средних значений ИМТ были сопоставимы по возрасту и полу (таблица 3).

Расчет производился с учетом центильных показателей для возраста, роста и пола. За ожирение принимались значения выше ИМТ на 2 среднеквадратичных отклонения и более (более 95 перцентиля таблицы распределения ИМТ). Всего из 404 обследованных подростков 15–17 лет избыточный вес и ожирение выявлены у 16,6 % респондентов (n=67). Из них во всей выборке у мальчиков избыточный вес и ожирение встречались чаще, чем у девочек: у каждого пятого мальчика (20 %; n=41). Среди лиц с уже выявленным повышением ИМТ (n=67) частота ожирения среди мальчиков была в 2,6 раза больше, чем среди девочек (n=26 против n=10). Отдельно следует сказать, что тяжелое ожирение 3 степени также было зарегистрировано в основном у мальчиков (n=12 против n=5) (рис. 3)

При анализе частоты избыточного веса и ожирения в подгруппе подростков с высоким нормальным АД избыточный вес и ожирение встречались у 26,3 % (n=15), то есть у каждого четвертого. При этом ожирение выявлено у 6 подростков (10,5 %). При оценке по половому признаку

в группе высокого нормального давления преобладали мальчики — 73,3 %.

Значительно чаще избыточный вес или ожирение встречались в группе подростков с АГ у 43,7 % (n=14), то есть практически у каждого второго подростка. Как и в первой подгруппе, среди лиц с ожирением преобладали мальчики: их было в четыре раза больше, чем девочек (78,5 % против 21,5 %).

При анализе зависимости артериального давления от индекса массы тела отмечается нарастание доли лиц с избыточной массой тела и ожирением в группе подростков с артериальной гипертензией. В группе респондентов с АГ 2 степени ожирение отмечалось в 43 % случаев (рис. 4)

Избыточная масса тела и особенно ожирение являются одними из ведущих факторов развития артериальной гипертензии у подростков. Анализ зависимости АГ от степени увеличения ИМТ показал наличие статистически достоверной связи между избыточной массой тела у подростков 15–17 лет, проживающих в г. Алматы, и повышением артериального давления (критерий Хи-квадрат = 21,123 при p < 0,001; коэффициент сопряженности Пирсона

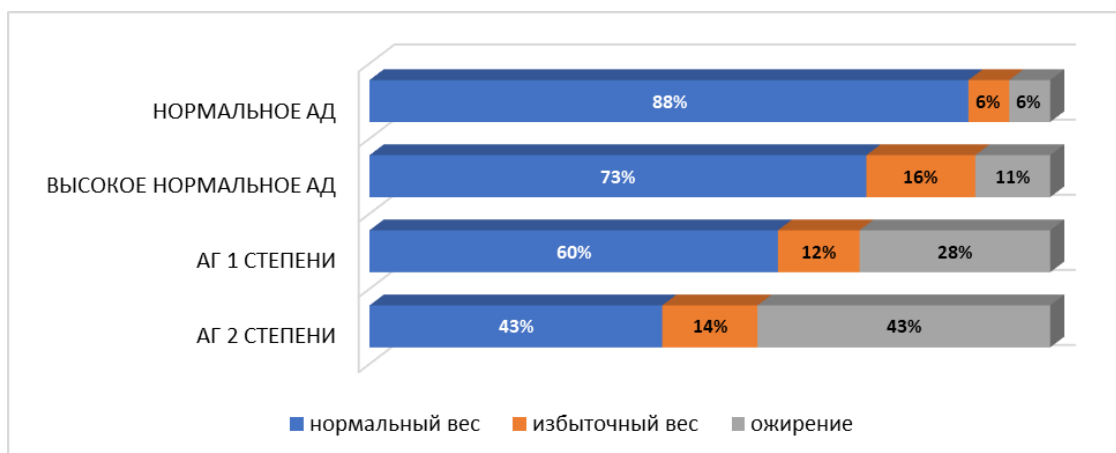


Рис. 4. Соотношение уровня АД и ИМТ у подростков

0,223; нормированное значение коэффициента Пирсона (C^2) — 0,315). При оценке более жестких критериев (влияние ожирения, как фактора риска, на АГ) уровень значимости зависимости сохраняется (критерий Хи-квадрат = 6,472 при $p = 0,011$; коэффициент сопряженности Пирсона 0,126; нормированное значение коэффициента Пирсона (C^2) — 0,178). Расчет относительного риска при 95 % доверительном интервале показал, что риск развития АГ у подростков с ожирением в 2,4 раза выше, чем у подростков без ожирения (ОР=2,460; 95 %ДИ 1,225–4,942), ЧБНЛ=10,6.

Заключение: избыточная масса тела и особенно ожирение являются одними из ведущих факторов развития артериальной гипертензии у подростков. Анализ зависимости АГ от степени увеличения ИМТ показал наличие статистически достоверной связи между избыточной массой тела у подростков 15–17 лет, прожи-

вающих в г. Алматы, и повышением артериального давления. Особенное внимание привлекает тот факт, что среди школьников старших классов г. Алматы АГ встречается довольно часто: в 7,9 % случаев, высокое нормальное давление — в 14,2 %, при этом большинство лиц с повышенным артериальным давлением составляют мальчики. Частота ожирения у мальчиков в группе АГ значительно (в четыре раза) превышает таковую среди девочек. Проведение профилактических осмотров с регистрацией показателей АД и ИМТ позволит своевременно выявлять подростков с высоким нормальным давлением и артериальной гипертензией, сфокусировать большее внимание на группе подростков мужского пола, а также эффективно проводить профилактику такого фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний, как ожирение.

Литература:

1. Маскова, Г. С., Черная Н. Л., Нечаева Т. Н. и др. Особенности клинико-функционального и метаболического статуса у детей и подростков с ожирением в возрастном аспекте // Профилактическая и клиническая медицина. — 2014. — № 4 (53). с. 92–96
2. Ogden CL, Carroll MD, Fryar CD, Flegal KM. Prevalence of obesity among adults and youth: United States, 2011–2014. NCHS (2015) (219):1–8
3. Freedman DS, Mei Z, et al. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. J Pediatr (2007) 150:12–7.e2.10.1016/j.jpeds.2006.08.042
4. Lisa M Walter. Obesity and Central Blood Pressure in Children and Adolescents, American Journal of Hypertension (2018) Volume 31, Issue 12, Pages 1266–1267
5. Brady TM, Appel LJ, Holmes KW, Fivush B, Miller ER, III. Association between adiposity and left ventricular mass in children with hypertension. J Clin Hypertens (Greenwich) (2016) 18:625–33.10.1111/jch.12717
6. Morrison JA, Friedman LA, Gray-McGuire C. Metabolic syndrome in childhood predicts adult cardiovascular disease 25 years later: the Princeton Lipid Research Clinics Follow-up Study. Pediatrics (2007) 120:340–5.10.1542/peds.2006–1699
7. Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний в детском и подростковом возрасте. Российские рекомендации // Российский кардиологический журнал. — 2012. — № 6 (98), прил. 1
8. Абдуллаев, Д. Б., Ганиев А. Г. и др. Оценка распространенности факторов риска сердечнососудистых заболеваний у подростков с артериальной гипертензией // Инфекция, иммунитет и фармакология /Научно-практический журнал. — Тошкент — 2017. — № 3. Стр.11–15
9. Статистический сборник «Здоровье населения Республики Казахстан и деятельность организаций здравоохранения в 2018году»//Мединформ.-Астана. — 2019. — с. 74–76

10. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. Lurbe E, Agabiti-Rosei E, Cruickshank JK et al. // J. Hypertens. (2016) Oct;34(10):1887–920
11. Pichler G, Martinez F, Vicente A, Solaz E, et al. Influence of obesity in central blood pressure. J Hypertens. (2015) 33:308–313
12. Brion MA, Ness AR, Davey Smith G, Leary SD. Association between body composition and blood pressure in a contemporary cohort of 9-year-old children. J Hum Hypertens. (2007) 21:283–290.

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 23 (313) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Номер подписан в печать 17.06.2020. Дата выхода в свет: 24.06.2020.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

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

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

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

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