

ISSN 2072-0297

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



16+

21 2020  
ЧАСТЬ I

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 21 (311) / 2020

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

*Редакционная коллегия:*

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук  
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук  
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук  
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук  
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук  
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (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  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
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  
Рахонов 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)

---

---

**Н**а обложке изображен *Дмитрий Васильевич Стасов* (1828–1918), присяжный поверенный и первый председатель совета присяжных поверенных окружной Санкт-Петербургской судебной палаты, общественный деятель.

Дмитрий Васильевич родился в Петербурге в семье знаменитого архитектора Василия Стасова. В 19 лет он окончил училище правоведения и быстро проявил себя на государственной службе. Служил в Министерстве юстиции и других ведомствах, дошел до обер-секретаря Сената. На плечи Стасова легла подготовка самой последовательной и прогрессивной реформы Александра II — судебной реформы 1864 года. Вместе с сокурсником по училищу Арсеньевым Стасов организовал юридический кружок «с целью приготовления будущих деятелей на новом судебном поприще». На собраниях читалась запрещенная литература и произносились антиправительственные речи. В результате его трижды арестовывали и наконец выслали под надзор полиции в Тулу. Столь удачно складывавшаяся служебная карьера на этом и завершилась.

После этого он занялся частной адвокатской деятельностью (первоначально занимался юридической помощью и консультированием в решении тех или иных вопросов), а после появления Судебных уставов записался в присяжные поверенные и вскоре был объявлен их лидером. Первым серьезным испытанием для Стасова стал процесс о неудавшемся покушении студента Каракозова на императора Александра II летом 1866 года. Вместе с обвиняемым по делу проходили члены революционной организации под руководством Ишутина, которого и защищал Стасов. Защита строилась трудно, но все же адвокату удалось добиться смягчения приговора: ссылка в Сибирь вместо казни. Стасов часто защищал революционеров, нередко по их просьбам. Им импонировало то, что, в отличие от других, этот адвокат не пытался принизить в глазах судей и общества роль борцов с самодержавием, а выступал как бы солидарно с ними. Стасов не разделял социалистических убеждений и осуждал терроризм. Вместе с тем он ясно представлял себе пороки современного ему строя и не стеснялся говорить об этом на процессах.

Дом Стасова иногда использовался для собраний революционеров, здесь нелегально был даже Ленин. Через старшего брата Владимира Дмитрий познакомился и, будучи сам прекрасным пианистом, дружески общался с такими живыми классиками, как Глинка, Мусоргский, Берлиоз, Шуман. У него дома Даргомыжский впервые ис-

полнил своего «Каменного гостя». Лидер отечественной адвокатуры стал одним из руководителей Русского музыкального общества, написал его устав. Вместе с Рубинштейном они также учредили Петербургскую консерваторию (первую в стране). Адвокатская деятельность Стасова не ограничивалась ведением уголовных дел. Он пользовался заслуженным авторитетом и как видный цивилист. Дмитрий Васильевич провел значительное количество гражданских дел, которые получили общественное признание, в том числе выступления по ряду дел, связанных с авторским правом на музыкальные произведения: дело Даргомыжского и Стелловского об авторских правах на оперу «Русалка»; дело Шестаковой и Стелловского; дело Чайковского. По всем ним были вынесены судебные решения в пользу доверителей Стасова. Причем многие предложенные им толкования действующих законов впоследствии были отражены в Законе об авторском праве 1911 года. Поддерживая иск издателя Бесселя, он добился того, что суд обязал ответчиков выплатить ему все до копейки за публикацию оперы «Опричник». А его глубоко аргументированное выступление на процессе против директора Придворной певческой капеллы Бахметьева положило конец произволу в отношении печатания музыкальных произведений. Кстати, именно «музыкальные процессы» Стасова послужили основанием к пересмотру действовавшего тогда законодательства об авторском праве музыкантов и оперных композиторов.

Жена Дмитрия Васильевича Поликсена Степановна была известным общественным деятелем. Она входила в число 36 учредительниц Женской издательской артели, целью которой было дать заработок женщинам интеллигентного труда. Она также была председателем общества «Детская помощь». Под ее непосредственным руководством обществом были устроены приют-ясли на Сампсониевском проспекте, и убежище для бесприютных детей в Яшимовом переулке. Многие дети в этих заведениях содержались на ее личные средства. В семье самих Стасовых было шестеро детей.

В дни празднования 50-летия Судебных уставов 1864 года от имени сословия Стасову поднесли золотой знак присяжного поверенного, единственный во всей России, и образовали капитал его имени в поддержку адвокатуры. Дмитрий Васильевич был увлеченным коллекционером русской живописи и скульптуры. Большую часть коллекции они с дочерью передали в дар Русскому музею и Третьяковской галерее.

*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»

**Деев А. А.**  
Разработка программного обеспечения для удаленного мониторинга сердцебиения человека с использованием средств видеонаблюдения.... 2

**Кураков А. Б.**  
Разработка информационной системы обработки изображений с целью выделения паттернов движения человека ..... 11

### МАТЕМАТИКА

**Аганов А. Д.**  
Моделирование самокасающихся макромолекул с помощью потенциала, сосредоточенного на кривых ..... 13

**Василевская Е. В., Пелешок И. А.,  
Кашеева О. А., Гордеев Ю. Б., Кулаков А. С.,  
Сеитова А. Р., Тарасов А. А.**  
Применение методов теории кооперативных игр в генетике ..... 15

**Лободюк Е. В.**  
Значимость математических знаний для медицинских работников ..... 19

**Стукалова М. В.**  
Использование языка программирования Python в анализе временного ряда..... 21

**Стукалова М. В.**  
Применение метода «наивного Байеса» для решения задачи классификации в Python..... 24

### ФИЗИКА

**Бобоев А. Й., Мансуров Х. Ж., Усмонов Ж. Н.,  
Махмудов Ҳ. А., Урибоев М. И.,  
Юнусалиев Н. Ю., Тожимухаммадов А. К.,  
Эргашев Б. М.**  
Электрические и фотоэлектрические свойства эпитаксиальных пленок  $(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$  ..... 26

**Рустамов Н. Т., Шукенова Г. А., Жапаров Е.**  
Электромагнитное оружие ..... 31

### ХИМИЯ

**Шотураева М. Ч., Халикова С. Ж.,  
Максумова О. С., Уринов У. К.**  
Исследование взаимодействия олигомера морфолина и эпихлоргидрина с нитратом меди и кадмия ..... 36

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Афанасьев А. И.**  
Метод Argiori для поиска связей между переменными в большой базе данных ..... 41

**Берден Ж. Е., Нурланкызы А.**  
Перспектива облачных вычислений ..... 44

**Божинов И. С.**  
Система учета результатов тренировок. Лучшие способы отслеживания обучения сотрудников и учащих..... 46

<b>Данильчик В. В.</b> Основные подходы к миграции схем баз данных .....48	<b>Наливайко А. С.</b> Диагностика утечек памяти в Java-приложениях ..... 63
<b>Жамиев А. А.</b> Система электронного документооборота .....50	<b>Самойлова И. А.</b> Разработка приложения средствами RAD Studio и СУБД PostgreSQL ..... 67
<b>Киличова О. З., Маматова М. О., Пошоходжаева Д. Д.</b> Сущность и усовершенствование концепции искусственного интеллекта ..... 52	<b>Синьков Д. В., Ваничкин А. Д.</b> Кодирование категориальных данных для использования в машинном обучении .....70
<b>Кудин Н. И.</b> Автоматизированная система краудсорсинга данных ..... 54	<b>Ситов А. А., Захаров М. В.</b> Человеческий фактор человеко-машинного интерфейса ..... 72
<b>Лыгина Н. И., Окшин Т. Н.</b> Разработка информационной системы принятия решения интернет-магазина на основе ситуационного анализа .....56	<b>Тарасов В. Н., Картушев Н. А.</b> Использование общедоступных данных о пользователях социальной сети «ВКонтакте» для поиска потенциальных абитуриентов вуза . 73
	<b>Шадрина Т. М.</b> Экомониторинг на ARM-процессоре ..... 75

## АНОНСЫ

### Прием заявок на конкурс «УМНИК — Почта России»

Открыт прием заявок на участие во всероссийском конкурсе «УМНИК — Почта России», реализуемый совместно с АО «Почта России». Конкурс направлен на поддержку проектов в области цифровой трансформации национального почтового оператора.

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 имеющие договоров с Фондом. [Положение о конкурсе.](#)

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

- искусственный интеллект;
- компоненты робототехники и сенсорики;
- новые производственные технологии;
- системы распределенного реестра.

Тематические треки конкурса:

- распознавание текста и речи, лингвистический анализ;
- системы поддержки принятия решений;
- компьютерное зрение;
- логистическая и интерскладская роботизация;
- сервисные роботы;
- распределенные реестры и блокчейн.

Авторы лучших проектов получают грант в размере 500 тысяч рублей на реализацию своей идеи.

Заявки принимаются до 30 июня 2020 г. Финал конкурса пройдет в октябре на площадке АО «Почта России».

Для того, чтобы принять участие в конкурсе, необходимо заполнить заявку на сайте программы «УМНИК»: <https://umnik.fasie.ru/russianpost>

Контактное лицо по конкурсу  
главный специалист группы программы «УМНИК»  
Виталий Киселев (e-mail: [kiselev@fasie.ru](mailto:kiselev@fasie.ru)).

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

### Разработка программного обеспечения для удаленного мониторинга сердцебиения человека с использованием средств видеонаблюдения

Деев Александр Андреевич, студент магистратуры  
Национальный исследовательский университет «МЭИ» (г. Москва)

*Ключевые слова: video processing, обработка видео, сердцебиение, пульс, удаленный контроль.*



Для пространственного усиления (увеличения амплитуды) движения изображения требуется найти связь между временной обработкой и пространственной. Допустим, интенсивность исходного изображения в положении  $x$ ,  $y$  для пространственной частоты  $\omega$  и момент времени  $t$  описывается следующим выражением:

$$I_{in}(x, y, t) = 2 + \cos[\omega(x + \Delta X(t))] + \sin[\omega(y + \Delta Y(t))] \quad (0.1)$$

где  $\Delta X(t) = k_x t + n(t)$  и  $\Delta Y(t) = k_y t + n(t)$  — функции пространственного смещения от времени, т.к. изображение испытывает локально-поступательное движение.  $k_x$  и  $k_y$  соответствующие коэффициенты, пропорциональные скорости перемещения объекта на изображении. А  $n(t)$  - описывает аддитивный случайный процесс с Гауссовым законом распределения.

Поскольку интенсивность входного изображения описывается суммой независимых элементарных функций:

$$I_{in}(x, y, t) = I_{x\_in}(x, t) + I_{y\_in}(y, t) \quad (0.2)$$

то с целью повышения наглядности и уменьшения объема математических выкладок, далее будет рассмотрен одномерный случай

$$I_{in}(x, t) = 1 + \cos[\omega(x + \Delta X(t))] \quad (0.3)$$

Соответственно, для получения изображения с усилением пространственного движения, в случае одномерного изображения интенсивность выходного изображения должна выглядеть следующим образом:

$$I_{out}(x, t) = 1 + \cos[\omega(x + (1 + \alpha)\Delta X(t))] \quad (0.4)$$

для некоторого коэффициента  $\alpha$ .

Предположим, что интенсивность изображения может быть аппроксимирована рядом Тейлора первого порядка [1,2], тогда:

$$I_{in}(x, t) = \cos[\omega x + \omega \Delta X(t)] = I_{in}(x_0, t) + \left. \frac{\partial I_{in}(x, t)}{\partial x} \right|_{x=x_0} (x - x_0) \approx \quad (0.5)$$

$$\approx 1 + \cos(\omega x) - \omega \Delta X(t) \cdot \sin(\omega x)$$

На основании теории об оптическом потоке [3], а именно:

Пиксель в позиции  $(x, y, t)$  с интенсивностью  $I(x, y, t)$  за один кадр будет перемещен соответственно на  $\delta x, \delta y, \delta t$  тогда можно записать следующее:

$$I(x, y, t) \approx I(x + \delta x, y + \delta y, t + \delta t) \quad (0.6)$$

Считая, что перемещение мало, применив ряд Тейлора, получим:

$$I(x + \delta x, y + \delta y, t + \delta t) \approx I(x, y, t) + \frac{\partial I}{\partial x} \delta x + \frac{\partial I}{\partial y} \delta y + \frac{\partial I}{\partial t} \delta t \quad (0.7)$$

Откуда следует:

$$\frac{\partial I}{\partial x} \delta x + \frac{\partial I}{\partial y} \delta y + \frac{\partial I}{\partial t} \delta t = 0 \quad (0.8)$$

Или же в случае одной пространственной координаты получим:

$$\frac{\partial I}{\partial x} \delta x = -\frac{\partial I}{\partial t} \delta t \quad (0.9)$$

Тогда, учитывая  $(x - x_0) = \delta x$ , можно заключить, что составляющую

$$B(x, t) = \left. \frac{\partial I_{in}(x, t)}{\partial x} \right|_{x=x_0} (x - x_0) \quad (0.10)$$

с точки зрения временной обработки сигналов, можно интерпретировать как применение операции дифференцирования, или в некотором приближении — широкополосного временного полосового фильтра к  $I_{in}(x, t)$  в каждой точке  $x$ .

Далее производится усиление полосового сигнала  $B(x, t)$  на величину коэффициента усиления и сложение с исходным сигналом:

$$\tilde{I}_{out}(x, t) \approx I_{in}(x, t) + \alpha B(x, t) \quad (0.11)$$

перезапишем, выполнив подстановки:

$$\tilde{I}_{out}(x, t) \approx 1 + \cos(\omega x) + (1 + \alpha) \cdot (-\omega \Delta X(t) \cdot \sin(\omega x)) \quad (0.12)$$

Предполагая, что разложения Тейлора первого порядка выполнено для усиленного временного возмущения  $(1 + \alpha) \cdot \Delta X(t)$ , тогда выражение для интенсивности изображения с усиленным пространственным движением в некотором приближении можно записать так:

$$\tilde{I}_{out}(x, t) \approx 1 + \cos[\omega(x + (1 + \alpha)\Delta X(t))] \quad (0.13)$$

Для полноты картины важно отметить, что составляющая

$$B(x, t) = \left. \frac{\partial I_{in}(x, t)}{\partial x} \right|_{x=x_0} (x - x_0) = \Delta X(t) \cdot (-\omega \sin(\omega x)) \quad (0.14)$$

записывается в таком виде только в случае, если все спектральные составляющие пространственного смещения от времени  $\Delta X(t)$  попали в полосу пропускания фильтра.

Рассмотрим случай, когда  $\Delta X(t)$  не полностью находится в полосе пропускания временного фильтра. В таком случае  $\Delta X_k(t)$  - будет обозначать  $k$ -ю частотную компоненту полного спектра  $\Delta X(t)$ . Соответственно каждая составляющая  $\Delta X_k(t)$  будет ослабляться в соответствии с АЧХ временного фильтра, посредством коэффициента  $\gamma_k$ . Тогда прошедший фильтрацию сигнал запишется в виде:

$$B(x, t) = \sum_k \gamma_k \Delta X_k(t) \cdot (-\omega \sin(\omega x)) \quad (0.15)$$

Или же в частотной области:

$$B(x, t) = \left[ S_{\Delta X_k(t)}(\omega_t) \cdot H(\omega_t) \right] \cdot (-\omega \sin(\omega x)) \quad (0.16)$$

где  $S_{\Delta X_k(t)}(\omega_t)$  - спектральная плотность  $\Delta X_k(t)$ ,  $H(\omega_t)$  — АЧХ временного фильтра.  $\omega_t$  - временная частота колебаний.

Поскольку в выражениях (1.11) и (1.12) имеется перемножение  $B(x, t)$  на коэффициент усиления движения  $\alpha$ , то можно ввести новое обозначение частотно-зависимого коэффициента усиления движения  $\alpha_k = \gamma_k \alpha$ . Тогда выражения (1.4) и (1.12) запишутся в следующем виде:

$$I_{out}(x, t) = 1 + \cos \left[ \omega \left( x + \sum_k (1 + \alpha_k) \Delta X_k(t) \right) \right] \quad (0.17)$$

$$\tilde{I}_{out}(x, t) \approx 1 + \cos(\omega x) + \sum_k (1 + \alpha_k) \cdot \Delta X_k(t) \cdot (-\omega \sin(\omega x)) \quad (0.18)$$

Данные выражения показывают, что модуляция спектральных компонент временного сигнала приводит к модуляции коэффициента усиления движения  $\alpha_k$  для каждой временной подполосы  $\Delta X_k(t)$  сигнала движения. Эта особенность может быть использована в целях выделения движений, имеющих определенную частотную полосу колебаний, при этом не «засоряя» кадр усиленными шумами и другими не интересующими в данный момент движениями.

#### Математическое моделирование

Для наглядности рассмотрим на графиках, приведенные выше математические выкладки. Примем, что в рассматриваемом примере (1.4) отсутствует аддитивный случайный процесс в составляющей  $\Delta X(t)$ , т. к. на данном

этапе важно показать принцип, а не шумовые характеристики. Возьмем  $\omega = \frac{2\pi}{50}$ , функцию пространственного

смещения во времени в момент времени  $t$   $\Delta X(t) = 0$ , а в момент времени  $t + 1$ , соответственно  $\Delta X(t + 1) = -\frac{2\pi}{25}$ :

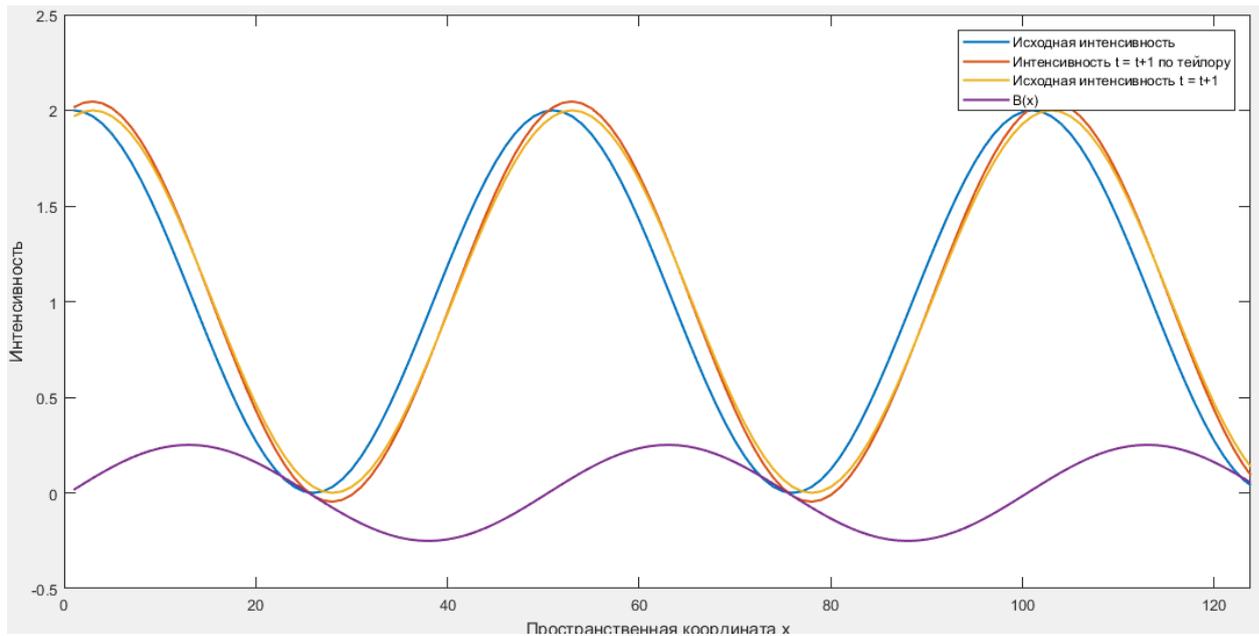


Рис. 1. Демонстрация приближения интенсивности по Тейлору

Как можно видеть, по приведенным графикам на рис. 1, приближение по Тейлору является весьма точным при небольшой величине пространственного смещения во времени (красная и желтая линии практически совпадают), синий график демонстрирует исходную интенсивность в момент времени  $t = 0$ .

Взяв производную по времени для исходной интенсивности и задавшись коэффициентом усиления  $\alpha = 3$  были получены следующие результаты:

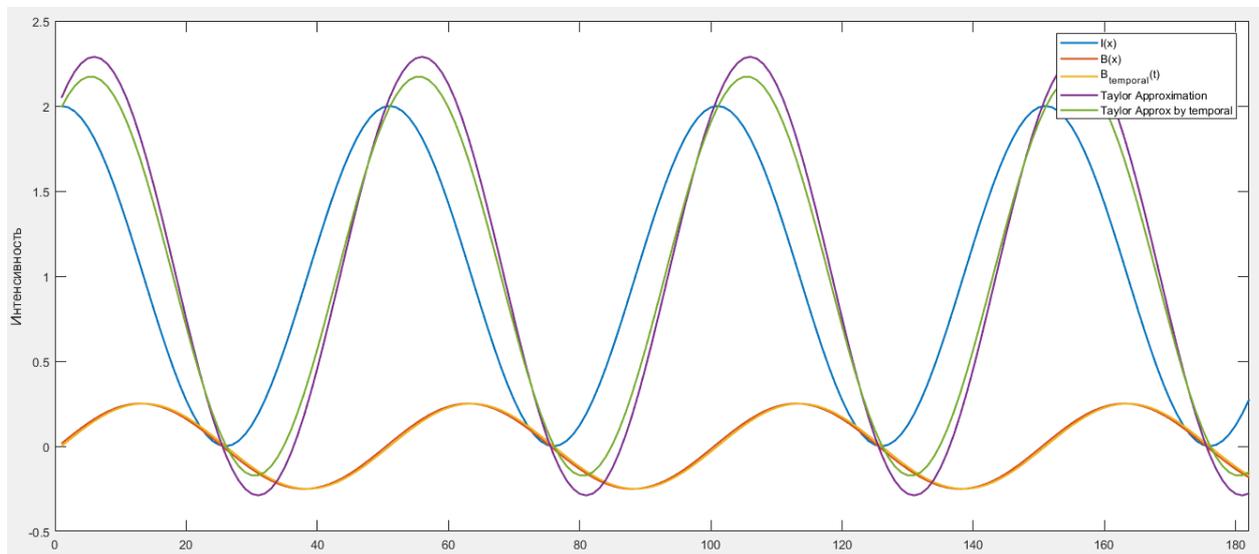


Рис. 2. Демонстрация усиления пространственного движения по описанному алгоритму

На рис.2 демонстрируется работа описанного алгоритма, можно видеть, что пространственное усиление движение посредством осуществления временной обработки даёт хорошие результаты, а искажения по амплитуде – интенсивности даже меньше, нежели чем при аппроксимации по пространственной координате.

Так же было проведено моделирование для случая описания интенсивности Гауссовой функцией:

$$I(x,t) = 255 \cdot \frac{\exp(-((\omega x - \Delta X(t))^2))}{2 \cdot \sigma^2} \tag{0.19}$$

Моделирование проводилось при параметрах  $\omega = 1$ ,  $\Delta X(t+1) = 3$ , а  $\sigma = 100$ :

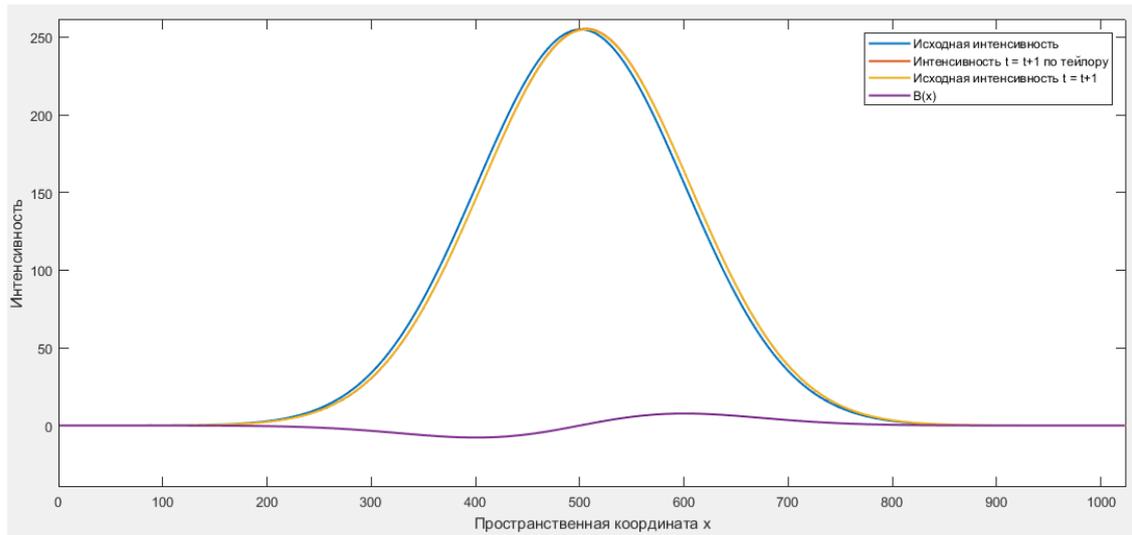


Рис. 3. Демонстрация приближения по Тейлору для Гаусс функции

По графикам на рис. 3 отмечается, что аппроксимация по Тейлору даёт очень точные приближения аппроксимированная интенсивность (красный график) практически не просматривается под графиком исходной интенсивности в момент времени  $t+1$  (желтый график).

Взяв производную по времени для исходной интенсивности и задавшись коэффициентом усиления  $\alpha = 10$  были получены следующие результаты:

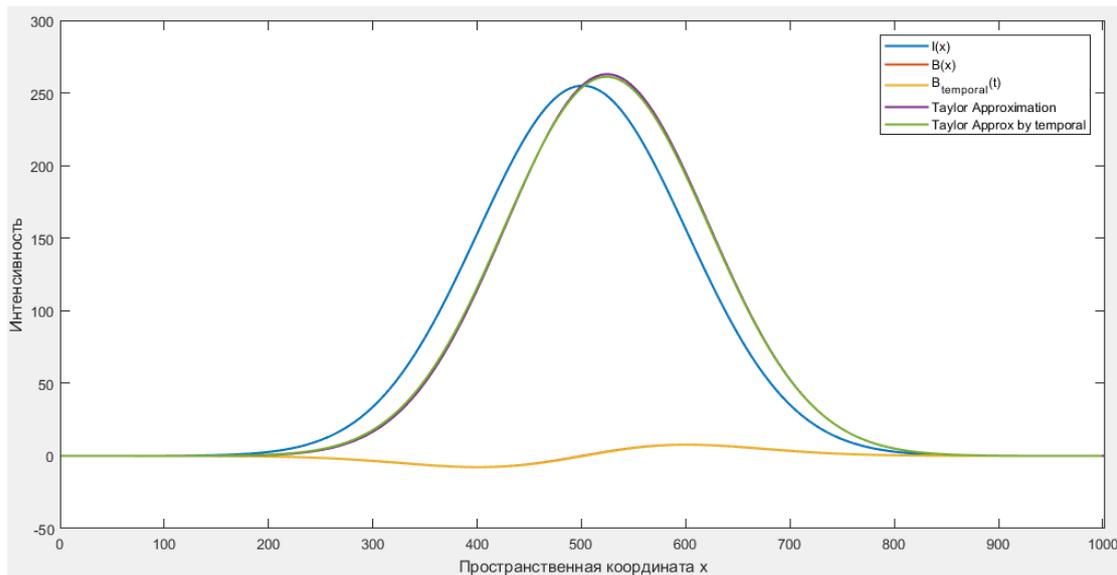


Рис. 4. Демонстрация усиления пространственного движения (Гаусс-функция) по описанному алгоритму

На рис.4 демонстрируется работа описанного алгоритма, можно видеть, что пространственное усиление движения посредством осуществления временной обработки даёт отличные результаты, почти совпадающие с алгоритмом усиления по приближению Тейлора по пространственной координате. Но в отличие от него, нет необходимости знать величину  $\Delta X(t + 1)$  - заранее, что при обработке реальных видеорядов — невозможно.

### Экспериментальная работа

Была произведена обработка реальных видеорядов. В качестве исходника использовался образец видео, на котором запечатлён молодой человек в профиль, после комплекса физических нагрузок (пульс, измеренный после записи видео, спустя 3 минуты, по тонометру — 132 ударов в минуту).

На первом этапе эксперимента была проведена обработка видеоряда посредством взятия производной между кадрами, без использования временного фильтра и последующим усилением движения по описанному алгоритму.

Экспериментально был подобран оптимальный для данного видео коэффициент усиления  $\alpha = 10$ . Так же при обработке был использован пространственный НЧ фильтр третьего порядка с нормированной частотой среза = 0.25.

На видео, прошедшем обработку отчётливо видны пульсации в области шеи человека. Для определения их частоты, пульсации фиксировались при превышении некоторого порога яркости (в данном случае 125 из 255 возможных), на определенном области строки кадра (510–540 пиксели), где располагается шея человека. Наглядная демонстрация приведена на рис. 5 и рис. 6.

Результат анализа данного участка кадра приведен на рис. 7. Доминирующая спектральная составляющая соответствует частоте 2.321 Гц (с учётом частоты кадров при записи = 30к/с), что соответствует частоте сердцебиения в 139 уд/мин. С учетом показаний тонометра, полученные данные позволяют сделать заключение о верности определения частоты сердечного ритма по видеоряду.

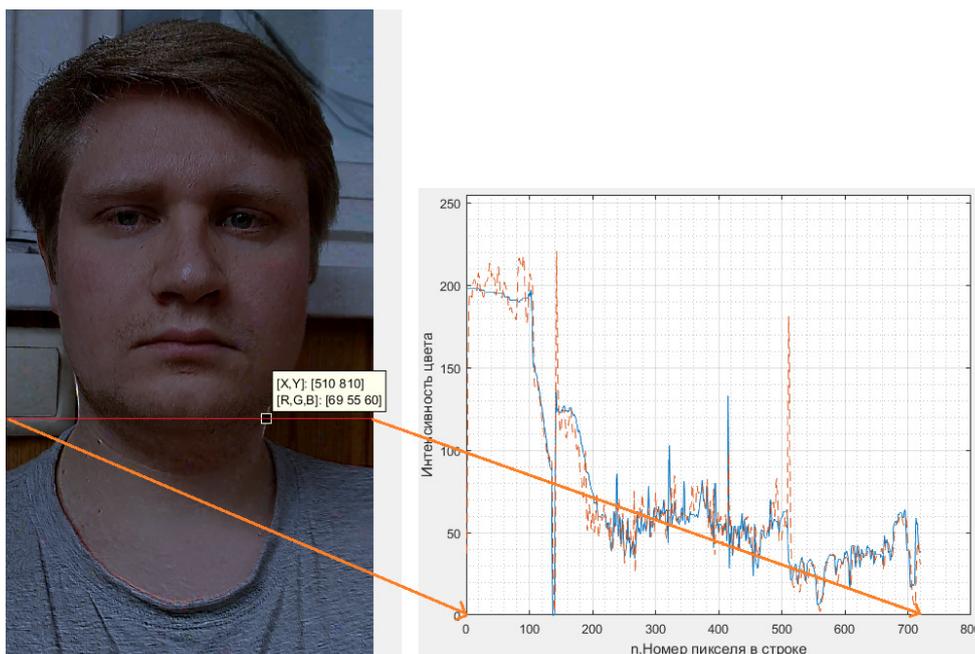


Рис. 5. Поясняющий рисунок к определению частоты сердцебиения (удар сердца), кадр № 48

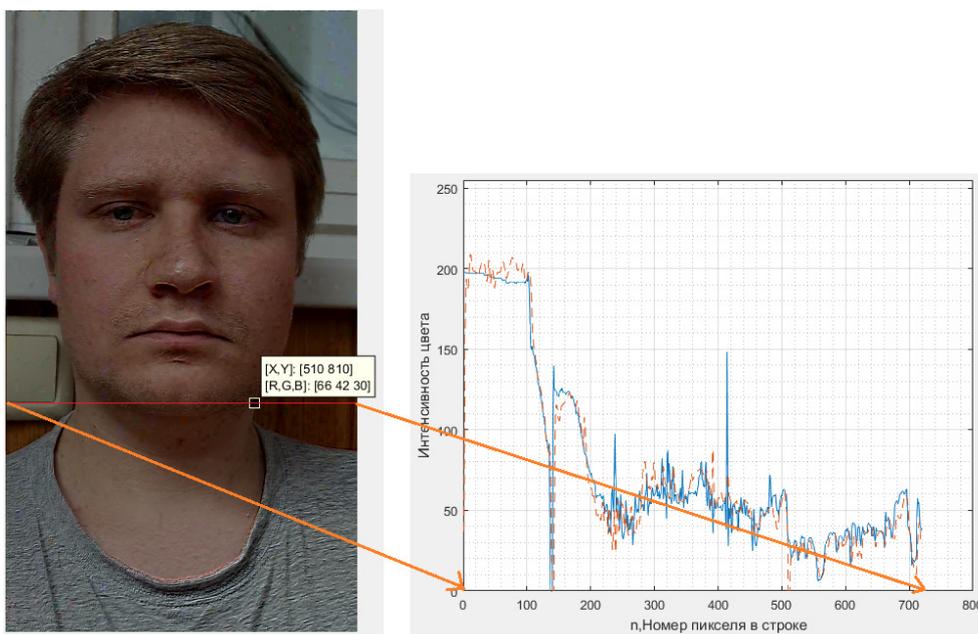


Рис. 6. Поясняющий рисунок к определению частоты сердцебиения (отсутствие удара сердца), кадр № 52

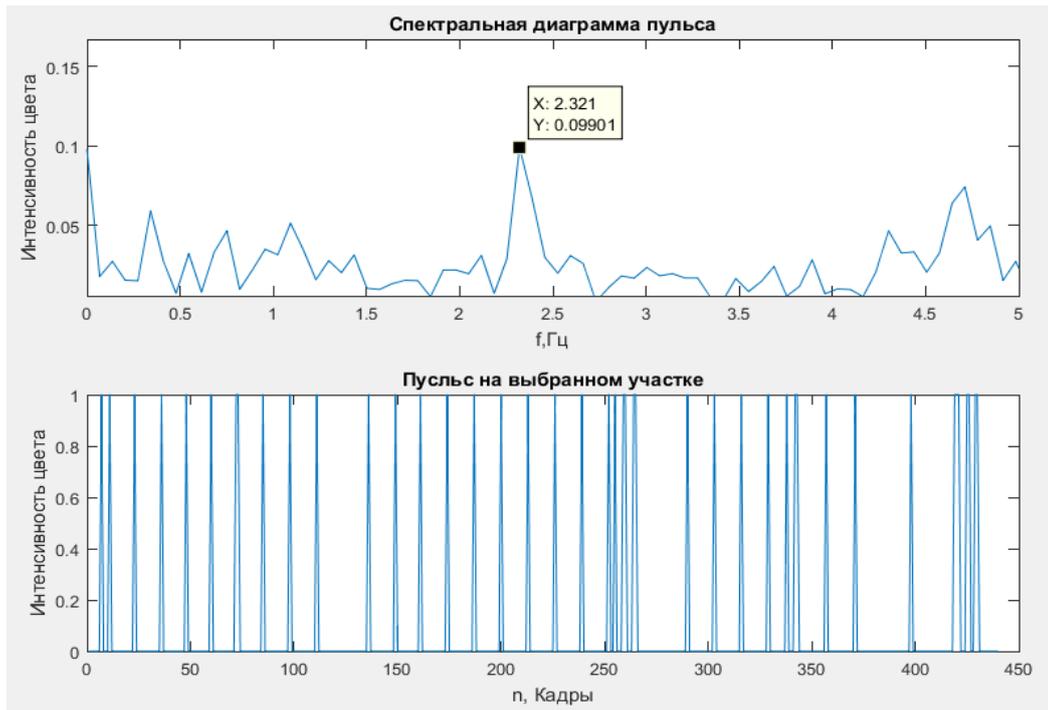


Рис. 7. Результат анализа частоты сердцебиения человека по видеоряду

Так же были проведены эксперименты по обработке и выделению частоты сердцебиения человека с использованием временного фильтра вместо операции дифференцирования между кадрами. В качестве исходника был использован тот же видеоряд, для обработки был применен идеальный (имеющий прямоугольную АЧХ) фильтр, основанный на перемножении в частотной области, имеющий полосу пропускания от 0.83 Гц до 3 Гц — соответствующую ожидаемому диапазону частоты сердечных сокращений. Коэффициент усиления  $\alpha = 30$  и дополнительный коэффициент усиления для цветовых пространств  $\alpha_{color} = 1$  (вся обработка проводилась в цветовой модели YIQ [4]). Так же была применена пространственная фильтрация изображения НЧ фильтром третьего порядка с нормированной частотой среза = 0.125.

Определение частоты сердцебиения осуществлялось путем выбора на обработанном видео области, на которой наиболее заметно движение. Наиболее наглядно это демонстрирует видеоряд, составленный только из усиливающей компоненты  $\alpha B(x, t)$  из выражения (1.11)

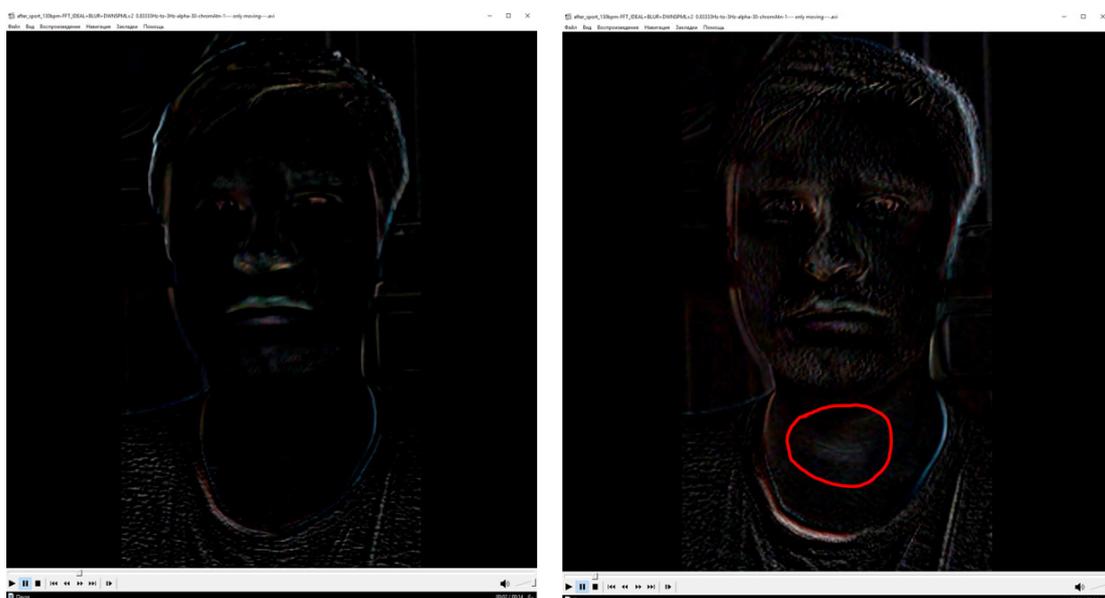


Рис. 8. Видеоряд, восстановленный из усиливающей составляющей  $\alpha B(x, t)$  отсутствие удара сердца — слева, справа — удар сердца

Таким образом измерение частоты сердцебиения осуществлялось посредством вычисления среднего значения по выделенному на рис. 9 сектору изображения и последующему анализу полученной последовательности.

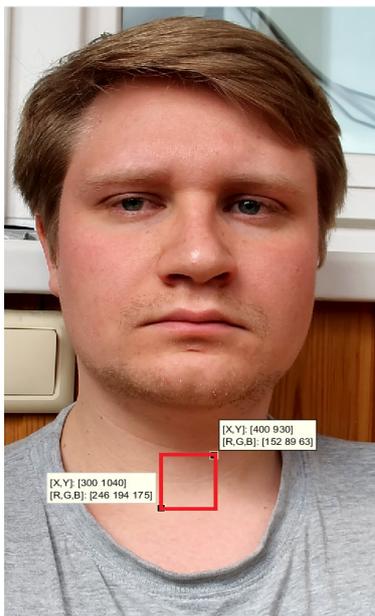


Рис. 9. Сектор кадра, выбранный для оценки частоты сердцебиения

Был получен результат, представленный на рис. 10

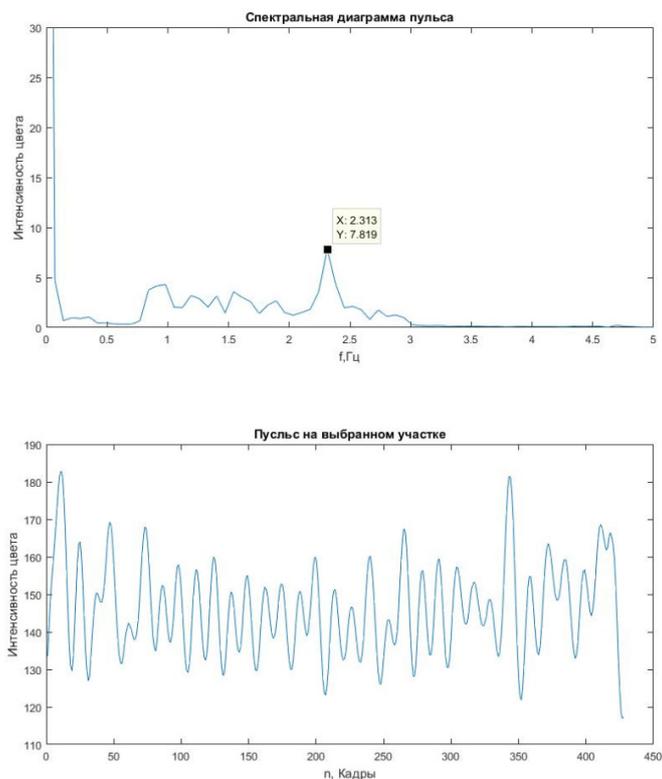


Рис. 10. Результат оценки частоты пульса человека с применением временного полосового фильтра

Наблюдается ярко-выраженная спектральная составляющая, превышающая остальные на частоте 2.313Гц или 138 уд/мин, что так же соответствует показаниям тонометра.

Аналогичная обработка была проведена для оценки частоты сердечных сокращений человека в состоянии покоя (пульс по тонометру 82 удара в минуту). Использованы параметры  $\alpha = 30$ ,  $\alpha_{color} = 1$ , пространственный НЧ фильтр 3-го порядка с нормированной частотой среза 0.25. Результаты приведены на рис.11.

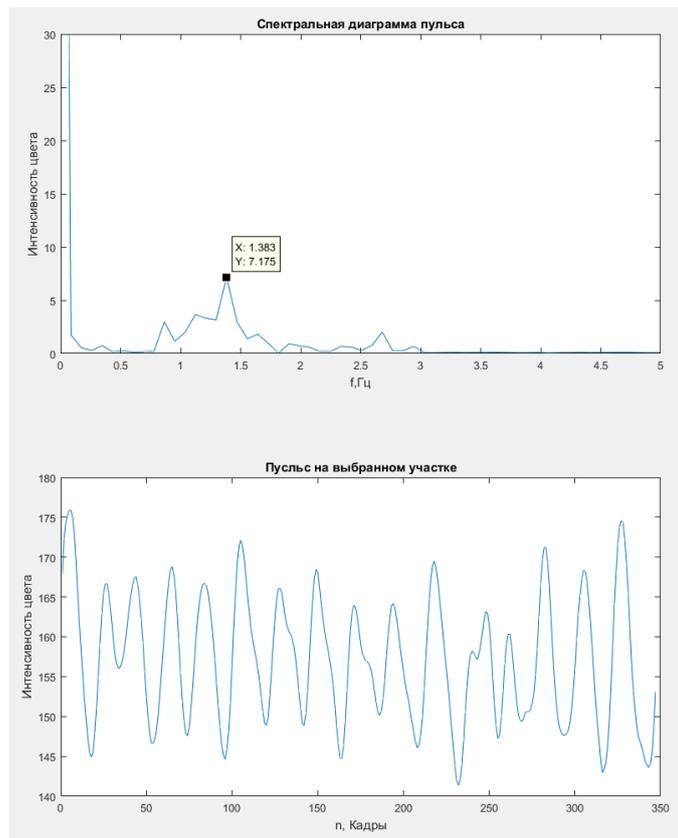


Рис. 11. Результат оценки частоты пульса человека в состоянии покоя с применением временного полосового фильтра

Основная спектральная составляющая соответствует частоте 1.383 Гц или 83 уд/мин, что почти соответствует зафиксированной тонометром частоте в 82 уд/мин.

#### Литература:

1. Lucas, B. D. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. / B. D. Lucas, T. Kanade. — Текст: непосредственный // In Proceedings of IJCAI. — San Francisco, CA, United States: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1981. — с. 674–679.
2. HORN, B. Determining optical flow. / B. HORN, B. SCHUNCK. — Текст: непосредственный // Artificial intelligence. — 1981. — № 17. — с. 185–203.
3. Optical flow. — Текст: электронный // en.wikipedia.org: [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_flow](https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow) (дата обращения: 13.05.2020).
4. Color Spaces. — Текст: электронный // <https://compression.ru>: [сайт]. — URL: [https://compression.ru/download/articles/color\\_space/ch03.pdf](https://compression.ru/download/articles/color_space/ch03.pdf) (дата обращения: 13.05.2020).

## Разработка информационной системы обработки изображений с целью выделения паттернов движения человека

Кураков Андрей Борисович, студент

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники



Движение человека является определяющим для его существования и поэтому изучение всех компонент, связанных с ним, является важным и актуальным. Для осуществления движения человека задействованы все части человеческого тела — скелет, мышечная и центральная нервная системы. Поэтому, любое отклонение в одной из этих частей, по тем или иным причинам, сказывается на движении человека. Учитывая этот факт, задача анализа походки человека, как одного из видов движения, по видео изображениям является востребованной в различных видах человеческой деятельности, во всем мире. Применение результатов анализа походки может быть использовано в медицине, спорте, контроле, играх, производстве и др.

Надо отметить, что каждый человек является уникальным, что отражается не только на его психофизиологическом состоянии, но и на том, что он имеет особенность движения. Движения человека очень похожи для взгляда человека, а для системы технического зрения заметны отличия, связанные с длиной ног, формой фигуры, заболеваниями, типом одежды и т. д. В рамках проекта стоит задача оценки параметров походки человека по видео и учетом влияния множества факторов, которые влияют на изображение и которые необходимо учесть при разработке программного обеспечения. К параметрам походки человека относятся: длина шага правой и левой ног, двойной шаг (сумма правого и левого), ритмичность походки и т. д.

На сегодняшний день известно два базовых подхода к оценке параметров походки человека связанных с наличием маркеров на теле человека и их отсутствием. Первый способ является самым распространенным, так как упрощает задачу анализа шаблонов движения с помощью датчиков, которые находятся на теле человека. Однако, этот способ требует специальных условий для получения результатов и кроме того, датчики стесняют движения человека, что делает движения отличными от естественных. Второй способ является более сложным для обработки, но избавлен от ранее указанных недостатков первого способа и позволяет анализировать движение человека без изменения естественных условий. Был выбран второй способ, суть которого связана с получением видео измерений движения (перемещения в пространстве) человека. После получения видеоданных они обрабатываются с помощью нами разработанной программы и анализируются, предоставляя пользователю протокол. Протокол содержит детальную информацию о результатах обработки в виде параметров, которые важны для выявления особенностей движения (походки).

Задача проекта связана с анализом походки человека на основе обработки видео изображений, полученных с помощью цифровой видео камеры. Решение этой задачи лежит в плоскости двух научных направлений: биомеханики и технического (компьютерного) зрения. Во время движения (ходьбы) человек перемещает тело, представляя

ноги, совершая около двадцати ярко выраженных движений, которые представляют собой шаблоны (паттерны) походки. Походка человека зависит от множества факторов: обувь, одежда, рюкзак, груз в руке, пол, вес, рост, возраст, состояние (эмоции), пропорции тела (худоба, полнота), травмы, заболевания опорно-двигательного аппарата и т. д. Каждая походка характеризуется набором параметров: длина шага каждой ноги, длина двойного шага (правой и левой), скорость, ритмичность, угол подъема ноги и стопы и т. п. Таким образом, количественные результаты анализа походки человека (параметры) позволяют охарактеризовать состояние человека во время движения.

Для получения информации о типах походки человека, необходимо выполнить исследования разных стадий походки (шаблонов) во времени и пространстве, выделяя индивидуальные особенности двигательной активности каждого человека. В проекте предлагается разработать программное обеспечение измерения видео, обработки и анализа параметров походки человека на основе безмаркерной технологии. На основе предлагаемого подхода получают параметры, для каждого измерения, которые можно сравнивать между собой, выявляя тенденции. Работа программы является простой и понятной даже для человека, не знающего компьютерные технологии. Программе необходимо передать видео файл и она, в автоматическом режиме обрабатывает, выполнит анализ и подготавливает протокол, который будет записан в базу данных.

Пользователь может посмотреть результаты в отдельном окне программы. Последующие измерения будут формировать новые протоколы, которые будут сравниваться с уже существующими, что позволит выявлять динамику изменений параметров походки.

В отличие от аналогов, которые разработаны в основном за рубежом, данный проект использует всего лишь одну цифровую камеру, не требует особых условий для получения видео (требуется среднее освещение и расстояние камеры от человека не менее 3 метров). Обработка не требует длительного промежутка времени между измерением и получением результата. Протокол параметров является интуитивно понятным для использования не только конкретными специалистами (например, врачами), но и в домашних условиях, что расширяет круг пользователей.

Проект был поддержан Фондом содействия инноваций в рамках программы «УМНИК». Инновационность программы обработки видео, разрабатываемой в проекте связана с возможностями получения изображений в произвольных условиях освещения и помещения, а также автоматизированным получением протокола результатов обработки. Параметры обработки пользователь может выбирать самостоятельно, но многие из них подбираются автоматически. Это делает применение программы пользователями, которые не обладают высокой квалификацией в программировании.

# МАТЕМАТИКА

## Моделирование самокасающихся макромолекул с помощью потенциала, сосредоточенного на кривых

Аганов Артур Дмитриевич, студент магистратуры  
Национальный исследовательский университет ИТМО (г. Санкт-Петербург)

*В статье рассматривается возможность моделирования ДНК и белков с помощью потенциала, сосредоточенного на кривых, для предсказания возможного переключения макромолекулы.*

*Ключевые слова:* мат. моделирование, теория операторов

Белки и ДНК — это макромолекулы, которые являются очень длинными цепочками из аминокислот (в случае белков) или нуклеотидов (в случае ДНК), но чаще они встречаются в клетках, диаметр которых в сотни, а то и тысячи раз меньше длины цепочки, поэтому они свернуты в клубки и упакованы в относительно небольшом пространстве, как факт. Это значит, что зачастую большое количество частей молекул — этих самых цепочек — находятся очень близко друг к другу. Из-за этого есть ненулевая вероятность изменения цепочки макромолекулы, которое может привести к генетическим изменениям, или заболеванием живого существа, или другим нарушениям. Можно использовать потенциал, сосредоточенный на кривой в трехмерном пространстве в качестве модели такой макромолекулы. С такой точки зрения, соединение между различными частями кривой может привести к возникновению собственных состояний, появление которых, может стать причиной изменения молекулы. Это стимулирует наш интерес к собственным значениям в такой модели.

Положим кривую  $\Gamma$  в  $\mathbb{R}^3$ . Она определена функцией  $\gamma(s): \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^3$ . Пусть  $\gamma \in C^1$  везде и  $\gamma \in C^2$  кусочно-задана. Более того, сделаем кривизну не такой сильной, скажем, что существует константа  $C$  такая, что для всех  $s_1, s_2$ , имеет место неравенство  $|\gamma(s_1) - \gamma(s_2)| \geq c|s_1 - s_2|$ . Давайте зададим смещенную кривую  $\Gamma_r$ . Для этих целей введем трехгранник Френе для  $\Gamma$ , т. е. тройку  $(t(s), b(s), n(s))$  касательный, нормальный и бинормальный вектора, которые являются непрерывными функциями от  $s$ . Для заданных  $\xi, \eta \in \mathbb{R}$  мы определим  $\Gamma_r$  следующим образом:

$$\Gamma_r = \{\gamma_r(s) = \gamma(s) + \xi b(s) + \eta n(s), r = (\xi^2 + \eta^2)^{1/2}\}$$

Существует некоторая  $r_0$ , такая что  $\Gamma_r \cap \Gamma = \emptyset$  выполняется для каждого  $r \leq r_0$ .

Каждая функция  $f \in H_{loc}^2(\mathbb{R}^3 \setminus \Gamma)$  непрерывна на  $\mathbb{R}^3 \setminus \Gamma$ . Следовательно, ограничение на  $f$  на  $\Gamma_r, r < r_0$ , однозначно определено. Обозначим его как  $f_{\Gamma_r}(s)$ . Это ограничение может быть рассмотрено как распределение из  $D^0(\mathbb{R})$  с параметром  $r$ . Определим самосопряженный оператор  $-\Delta_{\Gamma, \beta}$  следующим образом

Функция  $f, f \in H_{loc}^2(\mathbb{R}^3 \setminus \Gamma) \cap L^2(\mathbb{R}^3)$  принадлежит  $D(-\Delta_{\Gamma, \beta})$ , если

1) Следующие пределы [1]

$$\Xi(f)(s) = -\lim_{r \rightarrow 0} \frac{1}{\ln r} f_{\Gamma_r}(s),$$

$$\Upsilon(f)(s) = -\lim_{r \rightarrow 0} (f_{\Gamma_r}(s) + \Xi(f)(s) \ln r),$$

существует почти везде в  $\mathbb{R}$ , не зависят от направления  $\frac{1}{r}(\xi, \eta)$ , и определяют функцию из  $L^2(\mathbb{R}^3)$ ;

2) Следующее равенство имеет место:

$$\beta \Xi(f)(s) = \Upsilon(f)(s).$$

Оператор действует как Лапласиан для  $x \in \mathbb{R}^3 \setminus \Gamma$ :

$$-\Delta_{\Gamma, \beta} = -\Delta f.$$

Предлагается использовать частный случая кривых линий. А именно, пусть кривые  $\Gamma_1, \Gamma_2$  в  $\mathbb{R}^3$  имеют следующие выражения в картезианских координатах:

$$\begin{aligned} \Gamma_1: \gamma_1(s) &= (s, 0, 0), \\ \Gamma_2: \gamma_2(s) &= (s \cos\theta, s \sin\theta, L), \\ s \in \mathbb{R}, \quad -\pi/2 < \theta \leq \pi/2. \end{aligned}$$

Существенным спектром оператора  $-\Delta_\beta = -\Delta_{\Gamma, \beta}$  является следующее

$$\sigma_{\text{ess}}(-\Delta_\beta) = [-4e^{2(-\beta+\psi(1))}, \infty)$$

Можно показать это, используя декомпозицию Нейманна [2]

Число  $-4e^{2(-\beta+\psi(1))}$  определяет собственное значение двухмерной системы одноточечного взаимодействия.

Нас интересует Гамильтониан, соответствующий потенциалу между двумя кривыми линиями.

Давайте получим спектральные уравнения. Собственная функция имеет вид

$$u(x) = \int_{\Gamma_1} \frac{e^{ik|x-\gamma_1(s)|}}{4\pi|x-\gamma_1(s)|} \alpha_1(s) ds + \int_{\Gamma_2} \frac{e^{ik|x-\gamma_2(s)|}}{4\pi|x-\gamma_2(s)|} \alpha_2(s) ds.$$

Чтобы выполнялись ограничения, описанные выше, нужно задать  $\Xi, \Upsilon$ . Для этого удобно переписать  $u(x)$  в другой форме:

$$u(x) = \int_{\Gamma_1} \frac{e^{ik_0|x-\gamma_1(s)|}}{4\pi|x-\gamma_1(s)|} \alpha_1(s) ds + \int_{\Gamma_2} \frac{e^{ik_0|x-\gamma_2(s)|}}{4\pi|x-\gamma_2(s)|} \alpha_2(s) ds + \int_{\Gamma_1} \frac{e^{ik|x-\gamma_1(s)|} - e^{ik_0|x-\gamma_1(s)|}}{4\pi|x-\gamma_1(s)|} \alpha_1(s) ds + \int_{\Gamma_2} \frac{e^{ik|x-\gamma_2(s)|} - e^{ik_0|x-\gamma_2(s)|}}{4\pi|x-\gamma_2(s)|} \alpha_2(s) ds,$$

Где  $k_0^2$  — какое-то значение спектрального параметра, возьмем  $k_0^2 < 0$ .

Теперь можем выразить  $\Xi_1, \Xi_2$  остальное выразим через  $\Upsilon_1, \Upsilon_2$ :

$$\Xi_1(s) = \alpha_1(s), \quad \Xi_2(s) = \alpha_2(s),$$

$$\Upsilon_1(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ik|t-s|} - e^{ik_0|t-s|}}{4\pi|t-s|} \alpha_1(s) ds + \int_{\Gamma_2} \frac{e^{ik|\gamma_1(t)-\gamma_2(s)|}}{4\pi|\gamma_1(t)-\gamma_2(s)|} \alpha_2(s) ds$$

$$\Upsilon_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ik|t-s|} - e^{ik_0|t-s|}}{4\pi|t-s|} \alpha_2(s) ds + \int_{\Gamma_1} \frac{e^{ik|\gamma_2(t)-\gamma_1(s)|}}{4\pi|\gamma_2(t)-\gamma_1(s)|} \alpha_1(s) ds$$

Преобразуя, получим интегральные уравнения для  $\alpha_1, \alpha_2$ :

$$\beta \alpha_1(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ik|t-s|} - e^{ik_0|t-s|}}{4\pi|t-s|} \alpha_1(s) ds + \int_{\Gamma_2} \frac{e^{ik|\gamma_1(t)-\gamma_2(s)|}}{4\pi|\gamma_1(t)-\gamma_2(s)|} \alpha_2(s) ds, \quad (5)$$

$$\beta \alpha_2(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ik|t-s|} - e^{ik_0|t-s|}}{4\pi|t-s|} \alpha_2(s) ds + \int_{\Gamma_1} \frac{e^{ik|\gamma_2(t)-\gamma_1(s)|}}{4\pi|\gamma_2(t)-\gamma_1(s)|} \alpha_1(s) ds. \quad (6)$$

Где  $|\gamma_2(t) - \gamma_1(s)| = s^2 + t^2 - 2st \cos\theta + L^2$ .

Таким образом, мы получили модель, которую хотели.

Литература:

1. J.Brasche, P.Exner, Yu.A.Kuperin, P.Seba. Schrödinger operator with singular interactions, J. Math. Anal. Appl., 184 (1994), 112–139.
2. P. Exner, K. Nemcova: Bound states in point-interaction star graphs J. Phys. A34 (2001), 7783–7794

## Применение методов теории кооперативных игр в генетике

Василевская Елизавета Викторовна, студент;  
 Пелешок Иван Александрович, студент;  
 Кащеева Ольга Александровна, студент;  
 Гордеев Юрий Борисович, студент;  
 Кулаков Александр Сергеевич, студент;  
 Сеитова Алина Руслановна, студент;  
 Тарасов Антон Алексеевич, студент  
 Санкт-Петербургский государственный университет

Анализ данных генной экспрессии требует подходящих инструментов для хранения и использования, соответствующих объемом данных; одной из последних и полезных технологий является технология микрочипов, которые позволяют хранить данные в единой матрице. В настоящее время данная технология может генерировать огромное количество информации о генной экспрессии. Эта информация должна быть статистически обработана и проанализирована для выявления тех генов, которые полезны для диагностики и прогноза конкретных заболеваний. Мы рассмотрим возможность применения игровых теоретических инструментов для анализа данных экспрессии генов, аксиоматически охарактеризуем эти инструменты, используя свойства с генетической интерпретацией.

**Ключевые слова:** коалиционная игра, значение Шепли, MSC-вектор, экспрессия гена, патогенез.

Как известно, белки являются структурными составляющими клеток и тканей. Большинство генов содержат информацию для изготовления конкретного белка. Она кодируется в генах с помощью дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). С помощью технологии микрочипов можно выяснить роль отдельных генов или групп генов в появлении болезни.

В статье [1] V. Fragnelli и S. Moretti рассматривают игру с генами для классификации образцов в определенные классы. В некоторых численных примерах авторы используют вектор Шепли для вычисления генов с высоким влиянием в вычислении образцов.

В статье [2] дана аксиоматическая характеристика значения Шепли с помощью свойств, подходящих для генетической интерпретации этого индекса.

### Математическая постановка

Пусть  $G = \{1, 2, \dots, n\}$  набор из  $n$  генов,  $S_R = \{1, 2, \dots, r\}$  множество образцов клеток из здоровых тканей, и  $S_D = \{1, 2, \dots, d\}$  множество образцов из тканей, представляющих интерес. Цель состоит в том, чтобы сопоставить каждому образцу  $j \in S_D \cup S_R$  профайл экспрессии  $(a_{ij})_i \in G$ . Набор данных представлен в форме двух матриц экспрессии:  $A^{S_R} = A^j, j \in S_R$  и  $A^{S_D} = A^j, j \in S_D$ .

Характеристическая функция будет вычисляться по формуле:  $v(T) = \frac{|Q(T)|}{|S_D|}$ , где  $|S_D|$ -мощность множества больных образцов, а  $|Q(T)|$ - мощность множества:  $Q(T) = \{k \in S_D | Sp(B^{E,m}(k)) \in T, Sp(B^{E,m}(k)) \neq \emptyset\}$ .

Вектор  $B^j = (b_{ij})_{i \in G}$ , где  $b_{ij}$  — значение булевой переменной (0 или 1), будем называть аномальным профайлом экспрессии. В виде отображения  $m$  выразим наивный дискриминантный метод:

$$(m(A^{S_D}, A^{S_R}))_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } A_{ij}^{S_D} \geq \max_{h \in S_R} A_{ih}^{S_R} \text{ или } A_{ij}^{S_D} \leq \max_{h \in S_R} A_{ih}^{S_R} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

### Возможные методы решения

В настоящее время для данной задачи существует несколько возможных методов решения, мы рассмотрим два из них.

Одно из самых популярных решений — вектор Шепли. Для подсчета вектора необходимо ввести понятие личного вклада каждого гена в образование генотипа, определяемого формулой:  $m(v, S) = v(S) - v(S \setminus \{i\})$ . Полученные нами данные позволяют ввести вектор Шепли:

$$\varphi_i(v) = \sum_{S \in N: i \in S} \frac{(s-1)!(n-1)!}{n!} m_i(v, S), \text{ где } i \in N, s = |S| \text{ и } n = |N|.$$

MSC-вектор [3] — принцип оптимальности, определяющий выигрыш игрока по следующей формуле:

$$MSC_i = \xi_i^0 + \alpha_i^{MSC} (v(N) - \sum_{j \in N} \xi_j^0).$$

$$\alpha_i^{MSC} = \frac{\sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} (v(S \cup \{i\}) - v(S))}{\sum_{j \in N} \sum_{S \subseteq N \setminus \{j\}} (v(S \cup \{j\}) - v(S))} \text{ и } \xi_i^0: \max (\sum_{i=1}^n \xi_i), \sum_{i \in S} \xi_i \leq v(S), \forall S \neq N.$$

**Аксиоматическая характеристика возможных методов решения с помощью свойств, подходящих для генетической интерпретации.**

Здесь мы рассмотрим некоторые интересные свойства для решений игр с микрочипами, которые связаны с концепцией партнерства генов. Пусть  $F: M^N \rightarrow IR^N$  — решение на классе игр с микрочипами.

Свойство 1. Пусть  $(N, v) \in M^N$ . Решение F имеет Рациональность Партнерства (Partnership Rationality), если  $\sum_{i \in S} F_i(v) \geq v(S)$  для каждого  $S \in 2^N \setminus \{\emptyset\}$  такого, что S является партнерством генов в игре  $(N, v)$ .

Свойство 2. Пусть  $(N, v) \in M^N$ . Решение F обладает свойством вероятности партнерства (Partnership Feasibility), если  $\sum_{i \in S} F_i(v) \leq v(N)$  для каждого такого  $S \in 2^N \setminus \{\emptyset\}$ , что S является партнерством генов в игре  $(N, v)$ .

Свойство 3. Пусть  $v_1 \dots v_r \in M^N$ . Решение F обладает свойством равного деления (Equal Splitting), если  $F\left(\frac{\sum_{i=1}^r v_i}{r}\right) = \frac{\sum_{i=1}^r F(v_i)}{r}$ .

Свойство 5. Пусть  $v, w \in M^N$ . Решение F, удовлетворяет свойству нулевого игрока (Null Player), если для каждого нулевого игрока  $i \in N: F_i(v) = 0$ .

В статье [4] представлено доказательство утверждения, что значение Шепли удовлетворяет свойствам PM, PR, PF. В этой же статье можно найти доказательство следующей теоремы:

Теорема 1. Пусть дано конечное множество N. Значение Шепли на классе  $M^N$  игр с микрочипами — это уникальный индекс релевантности, который удовлетворяет PR, PF, PM, ES и NP.

Таким образом, можем сделать вывод, что кооперативная теория игр может применяться для микрочиповых игр, например вектор Шепли и индекс Банзафа.

Далее было проверено, удовлетворяют ли MSC-вектор свойствам PR, PF, ES.

Рассмотрим MSC-вектор.

А) Для каждого  $S \in 2^N \setminus \emptyset$ , S- максимальное партнерство по v. Так как v- монотонна и MSC- вектор находится в C- ядре, то справедлива запись:  $\sum_{i \in S} MSC_i(v) \geq v(S) \geq 0$ .

Так как MSC-вектор является одноточечным, то это решение эффективно. А из этого следует:  $\sum_{i \in N} MSC_i(v) = v(N)$  и  $\sum_{i \in S} MSC_i(v) \leq v(N)$ , значит, аксиома PF выполняется.

Б) Исходя из того, что это вектор, можем умножить на скаляр. Из чего следует однородность, а значит, справедлива запись:  $MSC\left(\frac{\sum_{i=1}^r v_i}{r}\right) = \frac{\sum_{i=1}^r MSC(v_i)}{r}$ . Для MSC-вектора свойство ES выполняется.

В) Для доказательства удовлетворения MSC- вектора аксиоме PR, вспомним, что v- монотонна и MSC-вектор принадлежит C-ядру, а значит, верна запись:  $\sum_{i \in S} MSC_i(v) \geq v(S) \geq 0$ . Таким образом, для MSC- вектора выполняется аксиома PR.

**Результаты**

Рассмотрим применение теории кооперативных игр для анализа информации, полученной с помощью технологии микрочипов, о пациентах с шизофренией. Ученые из Великобритании собрали данные микрочипов из тканей верхней височной коры у больных и контрольных пациентов. Данные по экспрессии генов можно посмотреть в [5]. Рассмотрим две таблицы экспрессии генов, где по строкам находятся гены, по столбцам образцы: в первой таблице образцы, взятые у больных с шизофренией, во второй из здорового биологического материала. Имеется 39 образцов, из которых 22 больных шизофренией и 17 здоровых. Матрица, обрабатываемая в программе, строится при помощи наивного дискриминантного метода. Имеется 39 образцов, из которых 22 больных шизофренией и 17 здоровых.

Образец	62	63	54	50	65	44	66	47	46	58	60	57	53	56	59	61	49	55	64	45	48	52	
Ген																							
VHL	105	55	93	60	110	92	91	96	128	107	50	114	93	98	75	74	83	127	70	59	91	71	
FLCN	65	53	140	71	171	180	103	103	124	151	60	65	108	74	95	129	92	98	95	105	94	88	
FH	331	262	220	352	227	341	250	178	244	258	296	307	286	408	276	423	350	272	247	259	323	343	
PRODH2	5	18	11	16	11	13	28	27	1	0	27	11	19	40	17	22	17	2	37	26	30	15	
DAO	34	53	42	20	34	27	34	67	43	32	39	56	37	40	43	44	48	29	16	20	44	48	
HTR2A	135	183	130	162	191	116	85	77	208	162	189	78	183	242	172	161	161	170	201	220	113	186	
MTHFR	201	156	138	158	145	171	112	178	152	166	163	144	131	183	137	139	111	206	93	129	130	114	
DTHBR1	353	238	220	217	157	229	218	229	238	186	171	250	195	147	285	142	266	229	220	252	179	287	
COMT	142	137	121	99	164	214	168	182	67	174	74	115	110	78	99	105	115	120	119	115	156	137	
RGS-4	228	614	423	365	101	73	65	19	213	76	353	658	776	809	213	495	201	178	538	370	111	361	

Рис. 1. Образцы, взятые у больных с шизофренией

Образец	35	41	34	38	40	25	30	29	28	36	37	39	27	32	33	42	43
Ген																	
VHL	69	87	69	86	102	944	80	52	88	83	71	58	74	97	62	94	79
FLCN	60	86	69	58	79	153	73	162	146	82	109	65	68	63	90	42	93
FH	310	249	295	389	376	236	302	243	196	328	224	288	388	351	404	400	397
PRODH2	15	18	39	17	14	12	6	6	15	40	26	34	12	10	57	21	53
DAO	37	57	36	43	23	50	32	39	28	21	53	34	49	48	33	42	37
HTR2A	247	161	167	247	207	145	124	86	109	108	163	197	220	154	151	145	156
MThER	112	192	156	115	169	221	133	205	130	118	148	161	129	146	88	128	149
DTNBR1	230	206	201	290	189	253	237	200	177	137	183	178	214	189	204	232	191
COMT	121	184	107	140	129	146	181	195	139	134	116	141	64	147	131	114	112
RGS-4	1002	102	814	380	334	79	175	7	55	124	162	829	956	772	423	595	831

Рис. 2. Образцы, взятые у контрольных пациентов

Образец	62	63	54	50	65	44	66	47	46	58	60	57	53	56	59	61	49	55	64	45	48	52	
Ген																							
VHL	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
FLCN	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FH	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
PRODH2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
DAO	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
HTR2A	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MThER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
DTNBR1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COMT	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
RGS-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Рис. 3. Матрица аномальной экспрессии

На входе программа получает матрицу аномальной экспрессии и количество рассматриваемых генов. На выходе получаем названия генов по убыванию их индекса значимости. На выходе программы имеем результат:

Ген	MSC	Ген	Шепли
VHL	1.02448	COMT	0.3733
FLCN	0.932642	VHL	0.34
FH	0.832642	DAO	0.263
PRODH2	0.832642	PRODH2	0.15
HTR2A	0.724482	FH	0.133
MThER	0.632642	HTR2A	0.1233
DTNBR1	0.632642	FLCN	0.1
COMT	0.624482	DTNBR1	0.03333
DAO	0.616321	MThER	0.03333
RGS-4	0	RGS-4	0

Рис. 4

Рассмотрим результаты для вектора Шепли. Можно сделать вывод о генах, играющих роль в развитии шизофрении. Например, ген с наивысшим индексом значимости: COMT упомянут в работе [6]. Где говорится, что недавние исследования молекулярной генетики шизофрении, в которых основное внимание уделялось позиционным функциональным генам-кандидатам, предположительно связанным с шизофренией, начинают давать результаты, представляющие большой интерес. К ним относятся и ген COMT. Изучения в области молекулярной генетики шизофрении начали достигать особого прогресса в середине 2002 года. Было обнаружено, что несколько позиционных генов требуют большого внимания. К ним как раз относятся найденные нами PRODH2, DAO и DTNBP1. В этой же работе было упомянуто о скромной, но значимой связи между шизофренией и геном HTR2A. Интересна позиция гена VHL. Он был идентифицирован в 1993 г. В научной литературе описываются различные мутации данного гена, провоцирующие определенный тип синдрома Хиппеля-Линдау. Однако нигде нет доказательства его влияния на развитие шизофрении.

Из результатов видно, что есть гены, важная роль которых подтвердилась, например: VHL, PRODH2, HTR2A. Однако, распределения генов по значимости существенно различны, что можно объяснить тем, что эти два метода считаются по разным методикам. При этом оба метода указывают нам на важную роль гена VHL в интересующей нас болезни.

#### **Выводы**

Проведённые исследования показали, что значение Шепли и MSC можно использовать в генетике. Также в данной работе представлено сравнение результатов, полученных с помощью вектора Шепли и MSC — вектора.

Таким образом, многие полученные результаты подтверждены современными научными публикациями, но также выявлен ген VHL, который может играть важную роль в проявлении этой болезни, но еще не рассмотрен в научной литературе.

#### **Заключение**

В данной работе были рассмотрены различные методы теории игр и аксиоматическая характеристика возможных методов решения с помощью свойств, подходящих для генетической интерпретации. Было проведено исследование свойств одноточечных решений, а именно подробное изучение факта удовлетворения свойствам, обеспечивающим возможность применения в генетике. Также были реализованы программы по подсчету вектора Шепли и MSC-вектора, которые позволяют показать результаты применения данного отдела теории игр к исследованию силы генов. В работе был выявлен ген, еще не рассмотренный в литературе, но возможно, что играющий роль в проявлении шизофрении.

#### **Литература:**

1. «A game theoretical approach to the classification problem in gene expression data analysis» V. Fragnelli и S. Moretti.
2. Stefano Moretti, Fioravante Patrone, Stefano Bonassi. 'The class of microarray games and the relevance index for genes'.
3. Jaeger J, Spang R, 2006.
4. «A game theoretical approach to the classification problem in gene expression data analysis» V. Fragnelli и S. Moretti.
5. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/query/acc.cgi?acc=GSE21935>
6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3433970/>

## Значимость математических знаний для медицинских работников

Лободюк Елена Васильевна, студент магистратуры  
Филиал Дальневосточного федерального университета в г. Уссурийске

*В статье раскрываются некоторые аспекты важности математических знаний для будущих медицинских работников в их профессиональной деятельности.*

*Ключевые слова: математика, медицина, математизация, профессиональная компетентность.*

## The importance of mathematical knowledge for medical professionals

Lobodyuk Elena Vasilevna, student  
Branch of the Far Eastern Federal University in Ussuriysk

*The article reveals some aspects of the importance of mathematical knowledge for future medical professionals in their professional activities.*

*Keywords: mathematics, medicine, mathematization, professional competence.*

Ежедневно, даже не подозревая об этом, каждый человек сталкивается с математикой. Уже утром думает над тем, во сколько нужно выйти из дома, чтобы успеть добраться до места работы или учебы вовремя. Например, после работы, зайдя в магазин, подсчитывает, хватит ли средств на те или иные продукты, или сколько именно необходимо купить продуктов для приготовления трех порций ужина, или хватит ли бензина, чтобы добраться до места назначения и многое другое. Как говорил русский и советский математик Крылов А. Н. «Рано или поздно всякая правильная математическая идея находит применение в том или ином деле». Получается, что математика необходима каждому человеку, чем бы он ни занимался в повседневной жизни или в профессиональной деятельности.

Чтобы раскрыть сущность математики, необходимо обратиться к определению данного понятия. Термин «математика» происходит от древне-греческого  $\mu\alpha\theta\eta\mu\acute{\alpha}\tau\iota\kappa\acute{\alpha}$  <  $\mu\alpha\theta\eta\mu\alpha$ , что означает «изучение», «наука»). В научно-методической литературе авторами даются различные определения термину «математика». Так, например, еще в древней Греции ученые, такие как Евклид, Галилей, Архимед и другие, полагали, что математика есть целостная наука со своей методологией, которая базируется на законах логики, что математические модели являются ключом к познанию законов природы.

С. К. Смирнов в своей статье «Что такое математика» дает следующее толкование: «Математика — наука, исторически основанная на решении задач о количественных и пространственных соотношениях реального мира путём идеализации необходимых для этого свойств объектов и формализации этих задач. Наука, занимающаяся изучением чисел, структур, пространств и преобразований» [3].

Советский математик, профессор А. Н. Колмогоров писал так: «Математика... наука о количественных от-

ношениях и пространственных формах действительного мира» [2].

Согласно толковому словарю Даля «математика — это наука о величинах и количествах; все, что можно выразить цифрой, принадлежит математике...» [4].

Медицина начала свое существование еще в древности, о чем говорят древние рисунки, найденные археологами, а также произведения древнегреческих и древнеримских мыслителей, в которых содержится много информации о «врачевании». Гиппократ, сыграл важнейшую роль в становлении медицинской науки, современная практическая медицина основывается на его трудах.

Само слово «медицина» происходит от латинского «*medicina*» — что означает исцеление. Медицина, согласно Большой российской энциклопедии, (лат. *medicina*, от *medicus* — врач) — область профессиональной практической и научной деятельности, имеющая своей целью распознавание, лечение и предупреждение болезней, сохранение и укрепление здоровья и трудоспособности, продление жизни людей [1].

Направленная на укрепление здоровья, изучение и лечение различных патологических состояний человека, медицина играет весомую роль в интеграции совокупности наук о человеке. Медицина концентрирует в себе достижения биологии и химии, психологии и педагогики, информатики, философии, математики и физики.

В современном мире, когда основой образования является ценностная парадигма, когда здоровье человека зависит от его творческих способностей, душевного равновесия, нравственных качеств и еще целого ряда причин, медицина, как никогда, становится близка с фундаментальными науками. Медицина играет важную роль в структуре образовании, определяя вариативность учебных планов на всех ступенях образования будь то дошкольное образование или университет, дополнительное образование или образование для взрослых.

Математика и медицина связаны прочной незримой нитью между собой. Но несведущим в этих областях людям кажется, что эти науки несовместимы. Конечно, при постановке диагноза врач напрямую не использует математику, но даже при сборе анамнестических данных, например, проверить пульс и сравнить его с нормой для данного пациента, нужны математические знания, так как пульс является квадратным корнем из роста пациента. А если говорить о назначениях врача и манипуляциях, которые выполняет медицинская сестра, то здесь связь проявляется, например, в расчете суточной дозировки препарата, или в расчете концентрации препарата при его разведении. Ведь если неверно выполнить расчет дозировки, то пациент может получить осложнения, анафилактический шок, или еще хуже, умереть. Это далеко не все области применения математики в медицине, их спектр гораздо больше. Уже опираясь на вышесказанное, можно сказать о том, что связь математики с медициной есть, и роль и влияние математики на профессиональную деятельность медицинских работников очень велика. Поэтому **качественное** преподавание математики в организациях, осуществляющих образовательную деятельность на всех уровнях образования — это основная задача.

Конечно, для медицинских образовательных организаций профилирующими являются медицинские и клинические дисциплины, которые формируют основу профессиональной компетентности медицинского работника. Общеобразовательные дисциплины уходят на второй план, однако знания математики тоже способствуют развитию необходимых и значимых для медицинской профессии качеств у обучающихся. Поэтому, такая дисциплина, как «математика» входит в учебные планы всех организаций, осуществляющей образовательную деятель-

ность, не зависимо от профессиональной направленности. Так в программах подготовки специалистов среднего звена предусмотрено изучение математики на первом и втором курсах.

Математические методы (моделирование, анализ, прогнозирование и т. д.) применяют для разработки и диагностики систем жизнеобеспечения; описания биологических процессов, начиная от молекул, заканчивая целым организмом и его органами и тканями; при выборе способа лечения заболевания; для описания динамики изучаемых явлений; для обработки статистических данных; для моделирования химических, биологических и физических процессов; при изучении циклических процессов, происходящих в организме человека; при расчете дозы лекарственных средств в различных формах; при расчете процентной концентрации растворов; при расчете прибавки роста и массы тела у детей; при расчете индекса массы тела и много другого. Такие области медицины, как генетика, таксономия, теория эпидемии, даже организация медицинской службы, так же сложно представить без знаний математики. Значимость математики для медицинских профессий очевидна, но, к сожалению, не осознана ни студентами, ни преподавателями. Не учитывается тот факт, что современный мир входит в эпоху математизации, в том числе и системы здравоохранения, вводятся новейшие методики и технологии, которые базируются на достижениях математики в области медицины.

Подводя итог вышесказанного, можно сказать, что математическая компетентность будущего медицинского работника складывается не столько из математической подготовки, а сколько из математических знаний, которые он будет использовать в профессиональной деятельности при решении задач.

#### Литература:

1. Бородулин, В. И. Медицина / В. И. Бородулин, Глянцев С. П., Т. С. Сорокина, Ю. А. Шилинис. — Текст: электронный // Большая российская энциклопедия: [сайт]. — URL: <https://bigenc.ru/medicine/text/5388472> (дата обращения: 17.05.2020).
2. Колмогоров, А. Н. Математика — наука и профессия / А. Н. Колмогоров. М.: Наука, 1988 г., 288 с. — Текст: непосредственный.
3. Смирнов, С. К. Что такое математика / С. К. Смирнов, И. В. Яценко. — Текст: электронный // ИТ ШКОЛА: [сайт]. — URL: [https://informat.name/articale/math\\_01.html](https://informat.name/articale/math_01.html) (дата обращения: 18.05.2020).
4. Толковый словарь Даля. — Текст: электронный // GUFOME: [сайт]. — URL: <https://gufo.me/dict/dal/> %D0 %B C %D0 %B0 %D1 %82 %D0 %B5 %D0 %BC %D0 %B0 %D1 %82 %D0 %B8 %D0 %BA %D0 %B0 (дата обращения: 16.05.2020).

## Использование языка программирования Python в анализе временного ряда

Стукалова Мария Владимировна, студент магистратуры  
Смоленский государственный университет

В данной статье показана возможность использования языка программирования Python для анализа временного ряда. Также проведен прогноз на основе исходных данных заболеваемости населения РФ за период 2000–2019гг.

**Ключевые слова:** прогнозирование, временной ряд, python.

Рассмотрим на примере анализа временного ряда заболеваемости населения, возможность использования языка программирования Python в статистике.

Далее представлены данные по заболеваемости население за период 2000–2019гг. (см. рис. 1):

Years	Data
2000	106328
2001	104322
2002	106742
2003	107385
2004	106287
2005	105886
2006	108842
2007	109571
2008	109590
2009	113877
2010	111428
2011	113922
2012	113688
2013	114721
2014	114989
2015	113927
2016	115187
2017	114382
2018	114841
2019	114715

Рис. 1. Исходные данные за 2000–2019 гг.

где *Years* — года, *Data* — кол-во заболевших человек за данный год.

Построим и выведем график полученного ряда, при помощи команды `otg.plot(figsize = (12,6))` (см. рис. 2).

Исходя из графика можно заметить, что в нем отсутствуют ярко выраженные выбросы, а также имеется тренд. Из этого можно сделать заключение, о стационарности ряда.

Найдем характеристики нашего временного ряда (см. рис. 3) и построим график (см. рис. 4).

Опираясь на найденные характеристики и построенный график, можем отметить однородность ряда, а также наличия небольшого разброса, на что указывает коэффициент вариации:  $V = \sigma/\bar{x} = 0.034319$  где  $\sigma$  —

среднеквадратическое отклонение,  $\bar{x}$  — среднее арифметическое выборки.

Применим модель *ARIMA* получим следующий результат (см. рис. 5).

Так же получим линейный график остаточных ошибок, представленный на рис. 6.

Проведем прогноз, и построим график полученных значений (см. рис. 7).

Можно сделать заключение, что язык программирования Python вполне может быть применен для анализа временного ряда, а также для построения прогноза. Из полученного прогнозируемого графика видно, что число заболеваемости по общим классам болезни будет идти на спад, но не стоит забывать, что точность прогноза будет зависеть от качества данных, а также от их количества.

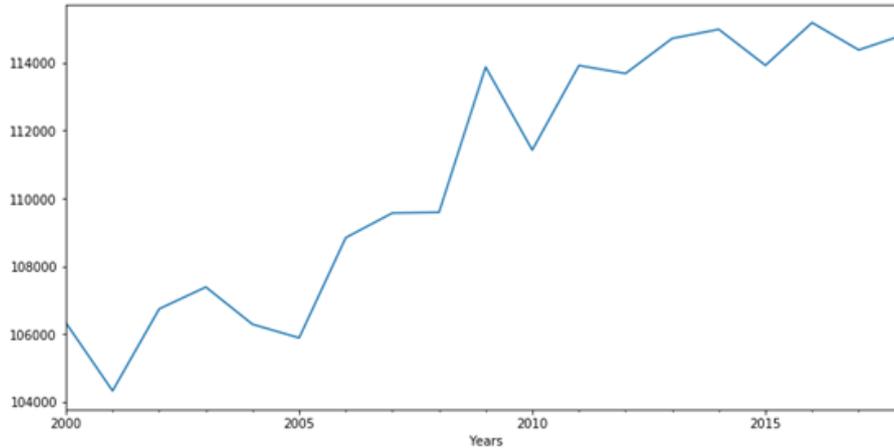


Рис. 2. График исходных данных

```

count    20.000000
mean     110837.631579
std      3803.834516
min      104322.000000
25%      107063.500000
50%      111428.000000
75%      114154.500000
max      115187.000000
Name: ALL, dtype: float64
    
```

Рис. 3. Характеристики временного ряда

ARIMA Model Results

```

=====
Dep. Variable:          D.ALL      No. Observations:          18
Model:                 ARIMA(5, 1, 0)  Log Likelihood             -155.253
Method:                css-mle      S.D. of innovations        1323.096
Date:                  Fri, 28 Mar 2020  AIC                        324.506
Time:                  02:11:43      BIC                        330.739
Sample:                01-01-2001    HQIC                       325.366
                    - 01-01-2018
=====

```

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	524.9873	226.926	2.313	0.039	80.221	969.754
ar.L1.D.ALL	-0.6841	0.232	-2.953	0.012	-1.138	-0.230
ar.L2.D.ALL	-0.1231	0.288	-0.428	0.676	-0.687	0.441
ar.L3.D.ALL	0.2418	0.288	0.840	0.417	-0.323	0.806
ar.L4.D.ALL	0.1111	0.336	0.330	0.747	-0.548	0.770
ar.L5.D.ALL	-0.0235	0.279	-0.084	0.934	-0.570	0.523

Roots

	Real	Imaginary	Modulus	Frequency
AR.1	-0.7874	-1.1680j	1.4086	-0.3444
AR.2	-0.7874	+1.1680j	1.4086	0.3444
AR.3	-1.7804	-0.0000j	1.7804	-0.5000
AR.4	1.9706	-0.0000j	1.9706	-0.0000
AR.5	6.1060	-0.0000j	6.1060	-0.0000

Рис. 5. Результат выполнения модели ARIMA

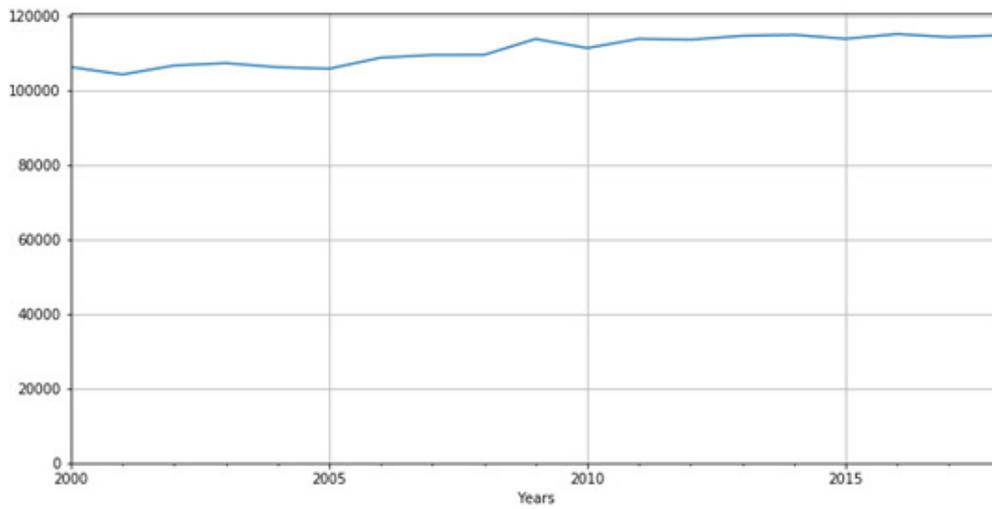


Рис. 4. График временного ряда

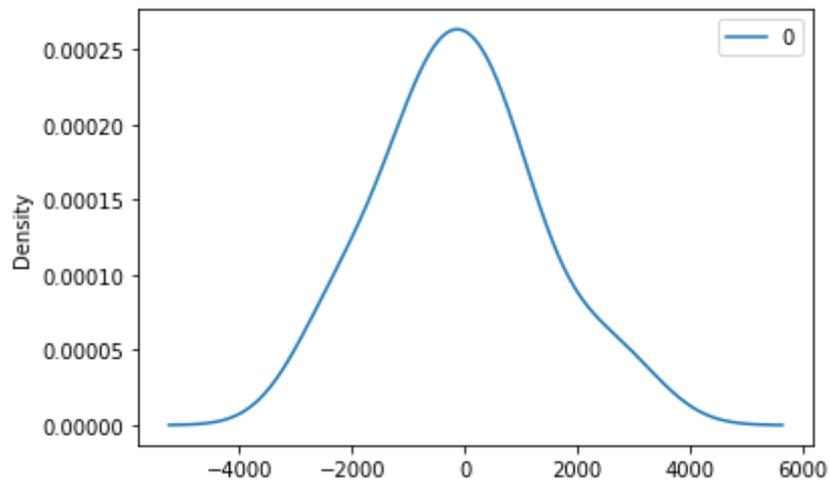


Рис. 6. График остаточных ошибок

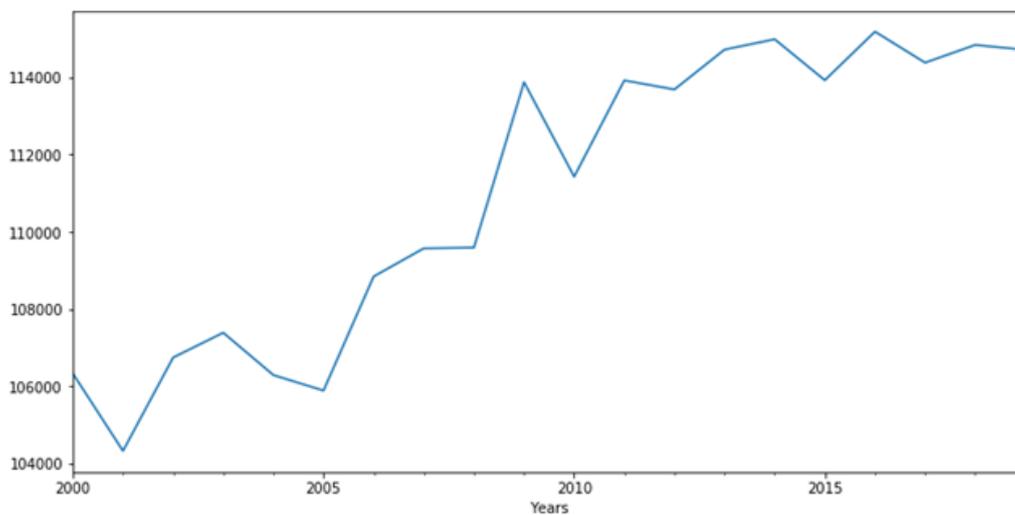


Рис. 7. График прогнозированного значения

Литература:

1. Уэс Маккинли. Python и анализ данных / Пер. с англ. Слинкин А. А. — М.: ДМК Пресс, 2015. — 482 с.: ил.

## Применение метода «наивного Байеса» для решения задачи классификации в Python

Стукалова Мария Владимировна, студент магистратуры  
Смоленский государственный университет

В данной статье на основе набора данных об донорах приводится пример применения классификации объектов методом «наивного Байеса». При помощи данного метода по признакам объекта, определяется к какой из двух групп он относится (к донорам или не донорам).

**Ключевые слова:** наивный байес, классификация, python.

Предположим, что есть определенный тестовый объект. У этого объекта есть некоторые признаки, обозначенные как  $X$ . Поставлена задача, в которой нужно выяснить, какова вероятность принадлежности этого объекта к определенному классу, который в обучающей выборке обозначен буквой  $C$ . Для решения можно воспользоваться методом «наивного Байеса», в основе которого лежит теорема Байеса, позволяющая вычислить эту вероятность по простой формуле (1):

$$P\left(\frac{c}{x}\right) = \frac{P(c) \times P\left(\frac{x}{c}\right)}{P(x)} \quad (1)$$

—  $P(c/x)$  — апостериорная условная вероятность класса  $C$  при условии наличия атрибутов  $X$ .

—  $P(x)$  — априорная вероятность появления свойства  $X$ .

—  $P(c)$  — априорная вероятность класса  $C$ .

—  $P(x/c)$  — правдоподобие, вероятность свойства  $X$  при классе  $C$ .

Теорема Байеса верна при наличии двух предположений относительно переменных:

— все переменные являются одинаково важными;

— все переменные являются статистически независимыми, т. е. значение одной переменной ничего не говорит о значении другой.

Также стоит отметить преимущества и недостатки метода «наивного Байеса».

Преимущества данного метода заключается в быстрой скорости проведения классификации и в небольшом объеме входных данных для обучения. Отлично работает с категориальными признаками, лучше, чем с непрерывными.

Не обошлось и без недостатков. В случае, когда в обучающих данных не присутствовали категориальные признаки, то если они будут содержаться в тестовом наборе, то модель будет присваивать этим значениям нулевую вероятность и осуществление прогноза будет невозможно. Такого рода проблема решается путем сглаживания. Один из простых вариантов сглаживания по Лапласу.

Также стоит помнить, что данный метод классификации хороший, но не всегда спрогнозированные вероятности будут достаточно точными.

Рассмотрим пример применения метода «наивного Байеса». Имеется набор данных о донорах, которые представлены следующим образом рис. 1:

[	4	1000	16	1]
[	2	500	4	0]
[	2	500	4	0]
[	2	500	4	0]
[	6	1500	23	1]
[	4	1000	16	0]
[	4	1000	16	0]
[	4	1000	16	0]
[	6	1500	28	1]
[	6	1500	28	0]
[	2	500	4	0]
[	2	500	4	0]
[	2	500	4	0]
[	7	1750	35	1]
[	2	500	4	1]
[	2	500	4	0]
[	2	500	4	0]

Рис. 1. Набор исходных данных

Каждый из столбцов показывает следующую информацию:

— 1 столбик — месяцы с момента последнего пожертвования;

— 2 столбик — общее количество пожертвования;

— 3 столбик — месяцы с первого пожертвования;

— 4 столбик — был ли донором в прошлом месяце (0 — не донор, 1 — донор).

Последний столбец является классами для обучения, убрав его из основной выборки, данные, содержащие только признаки. По ним и производить обучение и построение модели.

Построим модель, используя пакет `sklearn.naive_bayes`. Получаем выборку классов и сравниваем ее с исходной (см. рис. 2):

```
[1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 1 1 1 0 1 1
 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0
 1 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1]
[1 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1
 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0]
```

размер выборки: 100  
из них корректных: 52

Рис. 2. Полученная выборка классов

Произведем оценку качества модели прогнозирования, результат показан на рис. 3:

Результаты оценки качества модели прогнозирования:  
точность классификации - accuracy\_score = 0.52

	Точность - precision	Полнота - recall	F-мера - f1-score	кол-во support
0	0.51	0.80	0.62	49
1	0.57	0.25	0.35	51
accuracy			0.52	100
macro avg	0.54	0.53	0.49	100
weighted avg	0.54	0.52	0.48	100

Рис. 3. Результат оценки качества модели прогнозирования

Отсюда можно заметить, что точность классификации равна 0.52, к числу доноров было отнесено 51 объект, к не донором — 49.

Для наглядного представления построим график (см. рис. 4):

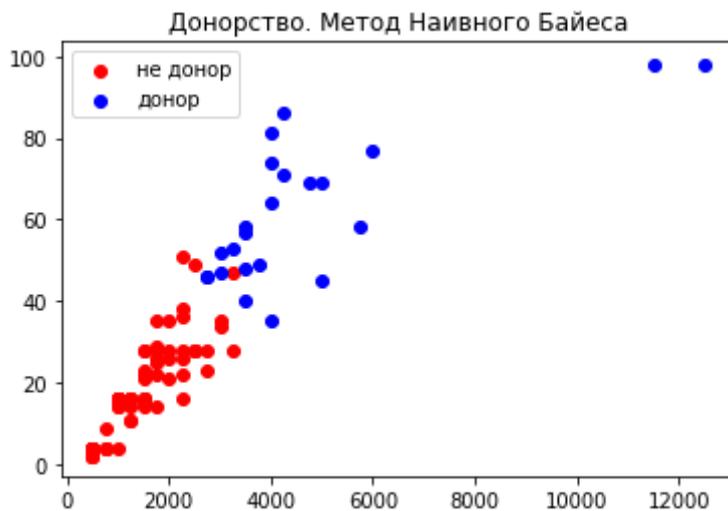


Рис. 4. Графическое представление результата классификации

Таким образом, была осуществлена классификация объектов и определена группа, к которой они относятся (донор, не донор).

Литература:

1. Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт. Построение систем машинного обучения на языке Python. 2-е издание / пер. с англ. Слинкин А. А. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 302 с.:ил.

## ФИЗИКА

### Электрические и фотоэлектрические свойства эпитаксиальных пленок $(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$

Бобоев Акрамжон Йулдашбоевич, доктор философии (PhD) по физико-математическим наукам, преподаватель;  
Мансуров Хотамжон Жураевич, кандидат физико-математических наук, доцент;  
Усмонов Жохонгир Нишонбоевич, аспирант;  
Махмудов Хушрубек Абдулазизович, аспирант;  
Урибоев Мухаммадзохир Икболжон угли, студент магистратуры;  
Юнусалиев Нуритдин Юнусали угли, студент;  
Тожимухаммадов Абдулвохид Козимжон угли, студент;  
Эргашев Билолиддин Машарибжон угли, студент  
Андижанский государственный университет имени З. М. Бабура (Узбекистан)

*Показана возможность выращивания непрерывного твердого раствора  $(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$  на арсенид галлиявых подложке методом жидкофазной эпитаксии из оловянного раствора-расплава. Исследованиями вольт-амперных и спектральных характеристик пленок при 300 К обнаружен несколько участков, в которых зависимость тока от напряжения описывается степенной функцией типа  $J \sim V^\alpha$  с различными значениями показателя. Установлено, что такой вид ВАХ и особенности спектральной зависимости фоточувствительности обусловлены образованием различных комплексов заряженных компонентов.*

**Ключевые слова:** твердый раствор, подложка, эпитаксия, пленка, раствор-расплав, вольт-ампер.

*The possibility of growing solid solution  $(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$  on arsenide-gallium substrates by liquid phase epitaxy from a tin solution-melt are shown. With studies of current-voltage and spectral characteristics of layers at 300 K a number of plots in which the current from the voltage dependence of the type described by  $J \sim V^\alpha$  with different values of the indicator are detected. This type of CVC and features of the spectral dependence of photosensitivity due to the formation of various complexes of charged components are established.*

**Key words:** solid solution, substrate, epitaxy, layer, solution-melt, current-voltage.

Современное развитие микро- и оптоэлектроники вызывает интерес к синтезу новых материалов в виде тонкопленочных твердых растворов замещения, в том числе и на основе полупроводниковых соединений  $A^3B^5$  и  $A^2B^6$ . Поскольку ширина запрещенной зоны и постоянная решетки таких соединений меняются в определенных пределах, то на их основе можно синтезировать полупроводниковые материалы с широким диапазоном электрических и фотоэлектрических свойств, что делает их перспективными материалами для создания различных оптоэлектронных приборов, работающих в видимой и инфракрасной области спектра. На основе твердых растворов GaInAsSb, AlGaAsSb разработаны свето- и фотодиоды, работающие в спектральном диапазоне 1.5–4.8 мкм, в котором имеются линии поглощения паров воды,  $\text{CO}_2$ , азотсодержащих молекул ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ), молекул углеводородов и др. В сверхрешетках ZnTe/CdTe с большим рассогласованием по решеточному параметру (6.4%), выращенных на подложке GaAs на буферных слоях ZnTe и CdTe получены наноструктуры с самоорганизующимися квантовыми точками CdTe, CdS и CdSe. Данные наноструктуры применяются в виде пленок, которые ведут себя как высокочувствительные фотоприемники при изготовлении видиконов в видимом диапазоне длин волн и считаются перспективными материалами для создания преобразователей солнечной энергии в электрическую. ZnSe используется в приборах инфракрасной оптики с диапазоном 0,5-13

<sup>1</sup> Работа выполнена по гранту № ФА-Ф-Ф120 Комитета по координации и развития науки и технологии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

мкм для создания оптических элементов квантовых генераторов ИК — диапазона. CdTe как и GaAs имеет оптимальную ширину запрещенной зоны для создания солнечных батарей, GaP используются для изготовления светодиодов видимого диапазона, InSb, InAs — в ИК лазерах, на основе GaSb разработаны термоэлектрические генераторы [1-4]. Среди полупроводниковых соединений  $A^3B^5$  и  $A^2B^6$  соединения Ge, GaAs, ZnSe и его твердые растворы —  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge)_x(ZnSe)_y$  представляют особый интерес, поскольку ширина запрещенной зоны таких твердых растворов в зависимости от  $x$  варьируется от  $E_{gGaAs} = 0.67$  эВ до  $E_{gZnSe} = 2.7$  эВ. Причем, на их основе могут быть разработаны оптоэлектронные приборы, работающие в инфракрасной и видимой области спектра излучения. В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований и сравнения их с существующими теоретическими представлениями о поведении о непрерывных твердых растворов  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge)_x(ZnSe)_y$ . Эпитаксиальные слои выращивались методом жидкофазной эпитаксии по технологии, описанной в работе [5]. Подложками служили GaAs шайбы диаметром 20 мм и толщиной ~ 400 мкм, вырезанные из монокристаллического GaAs n-типа проводимости с ориентацией  $\langle 100 \rangle$  и легированные оловом с концентрацией  $(3,5) \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$ , с удельными сопротивлениями  $\rho = 250 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ , соответственно. Для выращивания слоев нами был использован кварцевый реактор вертикального типа с горизонтально расположенными подложками. Рост эпитаксиального слоя осуществлялся из малого объема оловянного раствора-расплава, ограниченного двумя подложками в атмосфере очищенного палладием водорода, что дало возможность минимизировать количество расходуемого раствора-расплава. Сначала в реакторе создавали вакуум до остаточного давления  $10^{-2}$  Па, затем в течение 15 мин через реактор пропускался очищенный водород и после этого начинался процесс нагревания. Когда температура доходила до  $750^\circ \text{C}$ , система переключалась в автоматический режим и через 40 мин наступало однородное распределение раствора-расплава по всем объемом реактора. Потом подложки на графитовом держателе приводились в контакт с раствором-расплавом и, после заполнения зазоров между подложками раствором-расплавом поднимались на 1 см выше уровня раствора. Состав раствора-расплава был получен на основе предварительных исследований системы GaAs — ZnSe — Sn — Ge и литературных данных [6-8]. Рост слоев осуществлялся из оловянного раствора-расплава принудительным охлаждением в атмосфере очищенного палладием водорода. Скорость принудительного охлаждения в оптимальном режиме составляла 1, 1,5 град/мин. Кристаллизация слоев твердых растворов  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge)_x(ZnSe)_y$  осуществлялась в интервале температур  $730-640^\circ \text{C}$  и со скоростью  $\vartheta = 0,15$  мкм/мин. В начальный момент роста из раствора-расплава происходит кристаллизация GaAs, поскольку при выбранной температуре эпитаксии раствор является насыщенным по отношению к GaAs. При более низких температурах создаются условия для выращивания твердого раствора  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge)_x(ZnSe)_y$ , так как при этих температурах раствор-расплава становится пересыщенным элементами Ge и ZnSe. Эпитаксиальные слои имели p — типа проводимости, а толщина слоев составляла  $d \approx 10$  мкм.

Известно, что величина ковалентных радиусов элементов имеет заметную роль в выращивании эпитаксиальных пленок сложного состава. В данном случае, суммы ковалентных радиусов атомов молекул GaAs,  $Ge_2$  и ZnSe имеют близкие значения:

$$\begin{aligned} Dr_1 &= |(r_{Ga} + r_{As}) - (r_{Ge} + r_{Ge})| = |2,41 \text{ \AA} - 2,41 \text{ \AA}| = 0, \\ Dr_2 &= |(r_{Ga} + r_{As}) - (r_{Zn} + r_{Se})| = |2,41 \text{ \AA} - 2,42 \text{ \AA}| = 0,01 \text{ \AA} < 0,1 \cdot (r_{Ga} + r_{As}), \end{aligned} \quad (1)$$

$$Dr_3 = |(r_{Ge} + r_{Ge}) - (r_{Zn} + r_{Se})| = |2,41 \text{ \AA} - 2,42 \text{ \AA}| = 0,01 \text{ \AA} < 0,1 \cdot (r_{Ga} + r_{As}),$$

где  $r_{Ga} = 1,22 \text{ \AA}$ ,  $r_{As} = 1,19 \text{ \AA}$ ,  $r_{Ge} = 1,205 \text{ \AA}$ ,  $r_{Zn} = 1,22 \text{ \AA}$  и  $r_{Se} = 1,20 \text{ \AA}$  — ковалентные радиусы атомов, галлия, мышьяка, германия, цинка и селена по [9]. Из (1) видно, что отличие суммы ковалентных радиусов атомов молекул GaAs,  $Ge_2$  и ZnSe не превышает 1%, что не приводит к существенной деформации кристаллической решетки пленки. Следовательно, эти компоненты удовлетворяют условиям образования непрерывного твердого раствора замещения [10]. Кроме того, эти компоненты изовалентны, сумма валентности атомов молекул компонентов равны между собой, что для них выполняется также и условие электронейтральности [10].

$$\begin{aligned} \Delta z_1 &= (z_{Ga} + z_{As}) - (z_{Ge} + z_{Ge}) = 0 \quad \Delta z_2 = (z_{Ga} + z_{As}) - (z_{Zn} + z_{Se}) = 0, \\ \Delta z_3 &= (z_{Ge} + z_{Ge}) - (z_{Zn} + z_{Se}) = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $z_{Ga} = +3$ ,  $z_{As} = +5$ ,  $z_{Ge} = +4$ ,  $z_{Zn} = +2$  и  $z_{Se} = +6$  — валентности атомов галлия, мышьяка, германия, цинка и селена, соответственно.

Для исследования вольтамперной характеристики nGaAs — p (GaAs) $_{1-x-y}$ (Ge) $_x$ (ZnSe) $_y$  структур методом вакуумного напыления создавались омические контакты — сплошные с тыльной стороны и четырехугольные с площадью  $4 \text{ мм}^2$  из серебра со стороны эпитаксиального слоя. На рис. 1 приведены вольтамперные характеристики (ВАХ) рассматриваемых структур при комнатной температуре в прямом и обратном направлениях. Видно, что зависимость темнового тока от напряжения проявляет выпрямляющие свойства. В диапазоне напряжений до 3 В в прямом направлении ВАХ не наблюдается насыщение тока, что свидетельствует о низкой плотности поверхностных состояний. Анализ прямой ветви ВАХ показывает, что зависимость тока от напряжения можно экстраполировать по степенной зависимости типа  $I \sim V^a$  с разными значениями показателя степени  $a$ . Начальный участок от нуля до 0,3 В представляет собой омический участок с показателем  $a = 1$ , т. е. имеется зависимость —  $I \sim V$ . В интервале напряжение от 0,3 до 0,7 В ток от напряжения хорошо аппроксимируется известной экспоненциальной зависимостью, представленной В.И. Стафеевым [11].

$$I = I_0 e^{\frac{qV}{ckT}}, \tag{3}$$

где, показателя экспоненты —  $c$ , может быть вычислено из экспериментальных данных вольтамперной характеристики с помощью соотношения

$$c = \frac{q(V_2 - V_1)}{kT \cdot \ln(I_2 / I_1)}, \tag{4}$$

Значение пред экспоненциального множителя  $I_0$  и показателя экспоненты  $c$ , вычисленное из экспериментальных данных ВАХ составили  $I_0 = 2,6 \cdot 10^{-6}$  А и  $c = 9,56$ , соответственно. Согласно [11], условие  $c > 2$  характерны для диода с «длинной» базой. Следовательно, наши структуры также имеют достаточно длинную базу, так как  $c = 9,56$ . Кроме того удовлетворяется и условия  $d / L_p \approx 2,1 > 1$ , где  $d$  — длина базы, а  $L_p$  — диффузионная длина неосновных носителей, что в нашем случае составляла  $L_p = 4.8$  мкм.

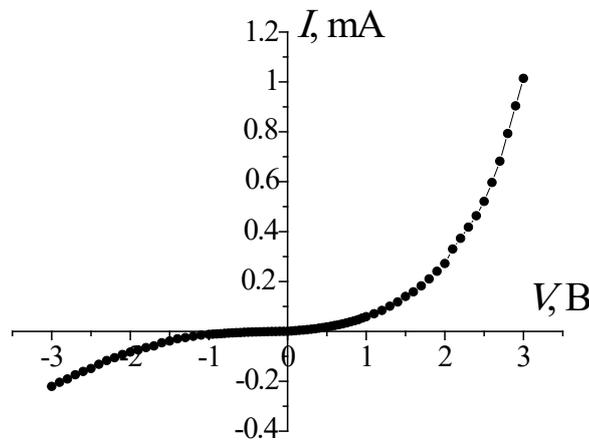


Рис. 1. Вольтамперная характеристика  $pGaAs-p(GaAs)_{1-x-y}(Ge_2)_x(ZnSe)_y$  структур при 300 К

За экспоненциальным участком в интервале напряжений от 0,7 до 1,4 В в зависимости и тока от напряжения наблюдается участок резкого всплеска;  $J=A_1V^{\alpha_1}$  ( $\alpha_1=2$ ) (рис.2). Следовательно, в этом интервале с ростом приложенного напряжения ток увеличивается быстрее. В этом случае скорость рекомбинации (с учетом рекомбинации через дефект — примесные комплексы) имеет внутрикомплексный обмен свободными носителями, что описывается выражением [12]:

$$u_r = N_r \frac{c_n c_p (pn - n_i^2)}{c_n (n + n_1) + c_p (p + p_1) + \alpha \tau_i pn} \tag{5}$$

где  $N_r$  — концентрация рекомбинационных центров (комплексов);  $n$ ,  $p$  — концентрация электронов и дырок;  $n_i$  — собственная концентрация в полупроводнике;  $c_n$ ,  $c_p$  — коэффициенты захвата электронов и дырок;  $n_1$ ,  $p_1$  — равновесные концентрации электронов и дырок, когда уровень Ферми совпадает с энергетическим уровнем примеси (так называемые статические факторы Шокли-Рида);  $\tau_i$  — время, учитывающее те или иные процессы электронного обмена внутри рекомбинационного комплекса;  $\alpha$  — коэффициент, зависящий от типа дефектов-комплексов. Аналогичный закон рекомбинации возможен не только вышеперечисленных случаях, но также в полупроводниках с развитыми рекомбинационно-стимулированными перестройками метастабильных рекомбинационных комплексов типа отрицательно заряженный акцептор — положительно заряженный ион внедрения или положительно заряженный донор — отрицательно заряженная вакансия.

При малом уровне возбуждения, т. е.  $c_n (n + n_1) + c_p (p + p_1) \gg \alpha \tau_i pn$  вклад последнего члена в знаменателе (5) становится пренебрежимо малым и скорость рекомбинации описывается статистикой Шокли-Рида. При этом случае ВАХ в дрейфовом режиме токапереноса имеет обычный вид, соответствующий омической релаксации объемного заряда [13]:

$$V = \sqrt{\frac{8d^3 J}{9q\mu_p \mu_n \tau_p N_d}} = B_0 \sqrt{J} \tag{6}$$

здесь  $\mu_p, \tau_p$  — подвижность и время жизни дырок,  $\mu_n$  — подвижность электронов,  $J$  — плотность тока. Проведенный анализ показывает, что в этом участке ВАХ подчиняется закономерности (6). Эта закономерность ВАХ проявляется тогда, когда в знаменателе выражения для скорости рекомбинации (5) только начинает выполняться  $c_n(n + n_1) + c_p(p + p_1) \gg \alpha \tau_i p n$ . По наклону зависимости  $J = V^2$  мы определяли значение  $B_0$ , которое составило  $B_0 = 59 \text{ В}\cdot\text{см}\cdot\text{А}^{-1}$ . Когда последнее слагаемое в знаменателе скорости рекомбинации (5) только начинает проявляться, ток от напряжения подчиняется закономерности [14].

$$V = M(J)B_0\sqrt{\frac{J}{2}} \tag{7}$$

где  $M(J) \approx 1 + 3m\left[2 + C(\alpha\tau_i/c_n)\sqrt{J}\right]$ . Эта зависимость позволяет объяснить небольшие отклонения от рассмотренного закона (6).

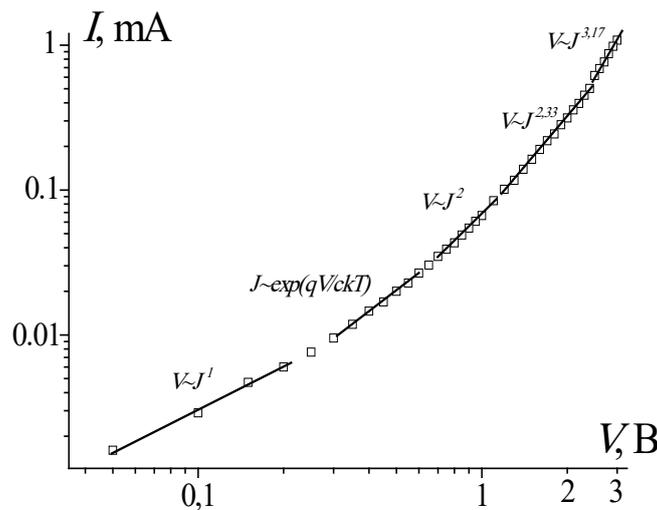


Рис. 2. Вольтамперная характеристика  $n\text{GaAs}-p(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$  структур в двойном логарифмическом масштабе

На участке от 1,4 до 3 В ВАХ описывается выражением типа  $J \sim V^\alpha$ , где  $\alpha > 2: J = A_2V^{\alpha_2}$  ( $\alpha_2 = 2,33$ ) и  $J = A_3V^{\alpha_3}$  ( $\alpha_3 = 3,17$ ) (рис.2). Такая зависимость ВАХ реализуется тогда, когда рекомбинация неравновесных носителей тока преимущественно происходит с задержкой, т. е. с участием комплексов, внутри которых происходит электронный обмен. В этом случае знаменателя выражения (5) реализуется неравенство  $c_n(n + n_1) + c_p(p + p_1) < \alpha \tau_i p n$  и ВАХ имеет следующее аналитическое выражение

$$V = A + B_0\sqrt{J} - \frac{D}{\sqrt{J}} \tag{8}$$

где  $A = 1,57 \text{ В}$ ,  $B_0 = 48,6 \cdot 10^{-3} \text{ В}\cdot\text{м}\cdot\text{А}^{-1/2}$  и  $D = 5,51 \text{ В}\cdot\text{А}^{1/2}\cdot\text{м}^{-1}$ . Анализ показал, что не квадратичный участок ВАХ хорошо описывается выражением (8).

Таким образом, вольтамперная характеристика гетероструктуры  $n\text{GaAs}-p(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$  в прямом направлении тока состоит из нескольких участков, в которых ток от напряжения описывается зависимостями типа  $J \sim V^\alpha$  с различными наклонами. Путем исследований каждого участка ВАХ показано, что в слоях  $(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$  образуются комплексы типа отрицательно заряженный акцептор — положительно заряженный ион внедрения или положительно заряженный донор — отрицательно заряженная вакансия с различной концентрацией. В этих твердых растворах скорость рекомбинации определяется, в основном, комплексами, а в некоторых случаях простыми локальными центрами или с участием того и другого.

Для выяснения роли компонентов твердых растворов в наблюдаемых процессах мы экспериментально исследовали спектральную зависимость фоточувствительности изготовленных структур с помощью зеркально-призменного монохроматора с кварцевой оптикой, который позволяет исследовать образцы в спектральном диапазоне светового излучения с длиной волн от 0,35 до 2,5 мкм. На рис.3. представлена спектральная зависимость фоточувствительности  $p(\text{GaAs})-n(\text{GaAs})_{1-x-y}(\text{Ge}_2)_x(\text{ZnSe})_y$  структур. Из рис.3. видно, что спектральная зависимость фоточувствительности исследованных структур охватывает диапазон энергии фотонов от 1,13 до

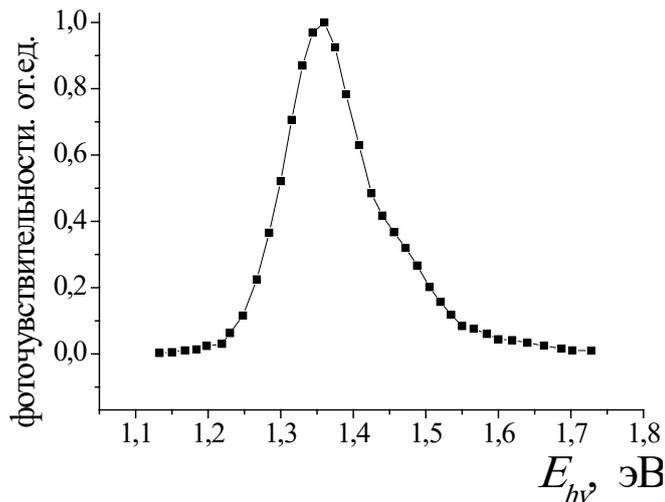


Рис. 3. Спектральная фоточувствительность структуры  $nGaAs - p(GaAs)_{1-x-y}(Ge_2)_x(ZnSe)_y$  при  $300\text{ K}$

1,73 эВ Спектральная фоточувствительность начинается с энергии фотонов 1,13 эВ, что обусловлено узкозонной компонентой  $Ge_2$  твердого раствора  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge_2)_x(ZnSe)_y$  [15], компоненты  $Ge_2$  и  $ZnSe$  замещают атомы Ga и As в тетраэдрической решетке GaAs (рис.4), связь Ga-As ослабевают под влиянием окружающих ее атомов германия. Известно, что запрещенная зоны германия  $E_{Ge} = 0,67$  эВ, расположена в запрещенной зоне арсенида галлия  $E_{GaAs} = 1,42$  эВ, а широкозонная компонента  $ZnSe$  слабо влияет на ширину запрещенной зоны GaAs. Максимум спектральной фоточувствительности твердого раствора  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge_2)_x(ZnSe)_y$  составляет 1,34 эВ, т. е. меньше, чем запрещенная зона GaAs.

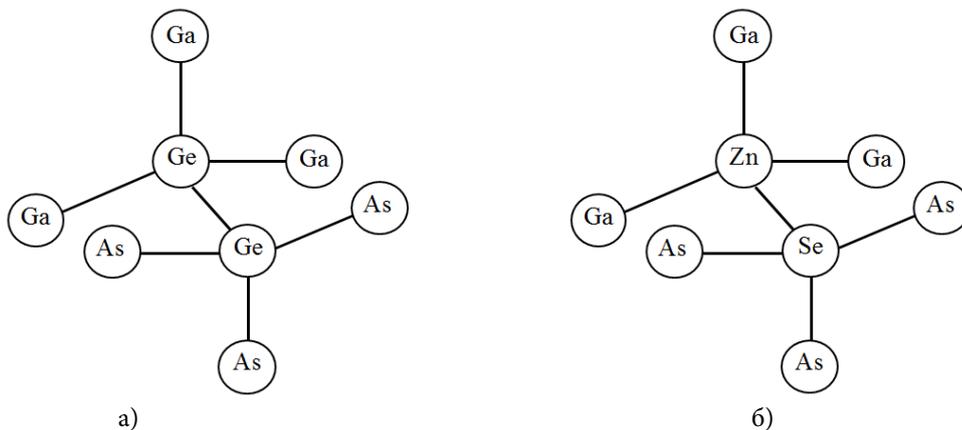


Рис. 4. Пространственная конфигурация тетраэдрических связей молекул непрерывного твердого раствора замещения  $-(GaAs)_{1-x-y}(Ge_2)_x(ZnSe)_y$ , а)  $GaAsGe_2$  б)  $GaAsZnSe$

Однако рост спектральной чувствительности не резкий, что, возможно, обусловлено толщиной слоя твердых растворов  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge_2)_x(ZnSe)_y$ , эффективно поглощающего низкоэнергетические кванты. Спад фоточувствительности при энергиях фотонов больше чем 1,34 эВ обусловлен глубиной залегания разделяющего барьера p-n-перехода, которая определяется в нашем случае толщиной эпитаксиального слоя, составляющего  $\sim 10$  мкм. Как говорилось выше, диффузионная длина неосновных носителей в слоях  $(GaAs)_{1-x-y}(Ge_2)_x(ZnSe)_y$ , составляет  $\sim 4,8$  мкм, что меньше, чем глубина залегания разделяющего барьера. Таким образом, электронно-дырочные пары, генерированные в приповерхностной области структуры коротковолновыми фотонами, не доходят до разделяющего барьера и не участвуют в возникновении фототока, что является основной причиной спада фоточувствительности исследуемой структуры в коротковолновой области спектра излучения.

#### Литература:

1. Д. В. Каленик. Технология материалов электроники. (Челябинск. ЮУрГУ. 2001).
2. А. Н. Брызгалов, В. В. Мусатов, В. В. Бузько. ФТП. Т. 38, В. 3. ст. 322-324. (2004).
3. В. М. Андреев, В. П. Хвостиков, Н. А. Калужный. ФТП. Т. 38, В. 3, ст. 369-373 (2004).

4. K. Takahashi, S. Yamada, R. Nakazono, Y. Minagawa, T. Matsuda, T. Unno, S. Kuma. Solar Energy Materials and Solar Cells. Vol 50, p. 273-280. (1998)
5. A. S. Saidov, A. Sh. Razzakov, V. A. Risaeva, E. A. Koschanov. Materials chemistry and physics. Vol. 68, p. 1-6. (2001).
6. В. М. Андреев, Л. М. Долгинов, Д. Н. Третьяков. Жидкостная эпитаксия в технологии полупроводниковых приборов. (Москва. Сов. Радио. 1975).
7. М. Хансен, К. Андерко. Структуры двойных сплавов. (Москва. Металлургиздат. 1962).
8. А. С. Саидов, М. С. Саидов, Э. А. Кошчанов. Жидкостная эпитаксия компенсированных слоев Арсенида Галлия и твердых растворов на его основе. (Ташкент, изд. «Фан». 1986).
9. Справочник химика/под. ред. Б. П. Никольского. М-Л: Химия, 1982. Т. 1, стр. 384.
10. М. С. Саидов. Гелиотехника. В. 3, ст. 4-10 (2001).
11. В. И. Стафеев. ЖТФ, Т. 28, В. 9. ст. 1631-1641 (1958).
12. Э. И. Адирович, П. М. Карагиоргий-Алкалев, А. Ю. Лейдерман. Токи двойной инжекции в полупроводниках. (Москва. Сов. Радио, 1978)
13. М, Т. Лампер, П. Марк Инжекционные токи в твердых телах. (Москва. Мир, 1973).
14. А. Ю. Лейдерман, М. К. Минбаева. ФТП.-Т. 30. В. 10. ст. 1729-1738 (1996).
15. К. А. Амонов. Материалы XLVIII международной научной студенческой конференции. (Новосибирск. 2010 г). ст 182.

## Электромагнитное оружие

Рустамов Насим Тулегенович, доктор технических наук, доцент;

Шукенова Галия Абетовна, старший преподаватель;

Жапаров Ернар, преподаватель

Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави (г. Туркестан, Казахстан)

*В работе рассматривался вопрос, связанный с использованием магнитной энергии, собранной в соленоиде. Создание импульсной магнитной энергии в соленоиде вызывает большую импульсную силу Лоренца. В работе, используя эти силы, была создана разгонная среда. Эта система получила электромагнитное орудие. В работе были предложены электрические схемы и макетный вариант такой конструкции. Приводится Техническая эксплуатация предлагаемого устройства. Предлагаемую конструкцию нельзя использовать только в военных целях.*

*Ключевые слова:* импульсная магнитная энергия, катушка, соленоид, импульсная сила, конструкция, разгонная среда

**В**ведение. Электромагнитный способ приведения снаряда в движение был предложен в начале 19 века, но отсутствие соответствующих средств сбора электроэнергии препятствовало его проведению. Последние разработки привели к значительному прогрессу в накоплении электроэнергии и таким образом значительно возросла реализация систем вооружения с электромагнитными орудиями. В 1845 году пушка катушного типа использовалась для запуска металлического стержня длиной 20м Кристиан Беркеленд получил три патента на «электромагнитную пушку». В 1901 году Беркеленд создал первую электромагнитную пушку катушного типа и использовал ее для перегона снаряда массой 500 г до 50 м/с [2]. До сих пор не удалось связать артиллерийское вооружение с широким использованием электричества. Только благодаря дальнейшим открытиям электромагнитная пушка была полезна в битве. Для пушки нужен специальный источник энергии. Коротко говоря, электромагнитная пушка в настоящее время находится на эмбриональном этапе. Но, исходя из его несовершенства, эта первая система вооружения не будет подвергаться полезному боевому поражению в будущем» [3]. Однако весной 1944 года доктор Иоахим Хэнслер и главный инспектор Бунзель провели исследования по орудью катушечного типа [4]. В 1970 году результаты ученых были успешными. В 1970 году в институте Эрнст Маха в Вейле-на-Рейне при испытании пушек одноступенчатого катушного типа. Хас и Циммерманн разогнали металлический ядро весом 1,3 г до скорости 490 м/с. В 1976 году в Советском Союзе Бондалетоз и Иванов разогнали металлическое ядро той же массы до скорости 4,9 км/ч [5]. Металлическое ядро подвергается очень быстрому ускорению, который, вероятно, не доступен: для применения его как оружия. В основном эти устройства работают следующим образом. В цилиндрической обмотке (соленоид) через нее проходит магнитное поле при наличии электрического тока. Это магнитное поле начинает втягивать внутрь соленоида снаряд, который от этого начинает разгоняться. Если в тот момент, когда снаряд окажется в середине обмотки, и отключить ток, то втягивающее магнитное поле исчезнет и снаряд, набравший скорость, свободно вылетит через другой конец обмотки. Чем сильнее магнитное поле и чем быстрее оно отключается — тем сильнее вылетает снаряд.

**Целью работы** является необходимость использования электромагнитной пушки в будущем, а также конструировании макета однокатушечной электромагнитной пушки.

Чтобы достичь этой цели надо решить следующие задачи:

- разработать расчетные алгоритмы концентрации силы Лоренца в соленоиде и в катушке;
- теоретический анализ алгоритма и метода обматывания самой катушки;
- разработать электрическую схему порождения импульсного высокого тока;

**Методы решения.** С начала 1980-х годов электромагнитная пушка является важной частью планомерного совершенствования системы будущего строительства. Физические законы, управляющие электромагнитной тягой снаряда, допускают высокую скорость снаряда, чем скорость снарядов, запускаемых обычным способом это существенное преимущество электромагнитной пушки.

Самый старый вид электромагнитной пушки, действительно, орудие катушечного типа. — Рис. 1 показан принцип его работы. Орудие состоит из ствола с неподвижными катушками ускорения (не показано на рисунке). Когда эти катушки постепенно электризируются, на катушке снаряда образуется перемещающееся магнитное поле, затрагивающее ток. В результате перемещающиеся магнитные поля создают силу Лоренца «F», влияющего на ток катушки снаряда и сообщаящего таким образом снаряду ускорение.

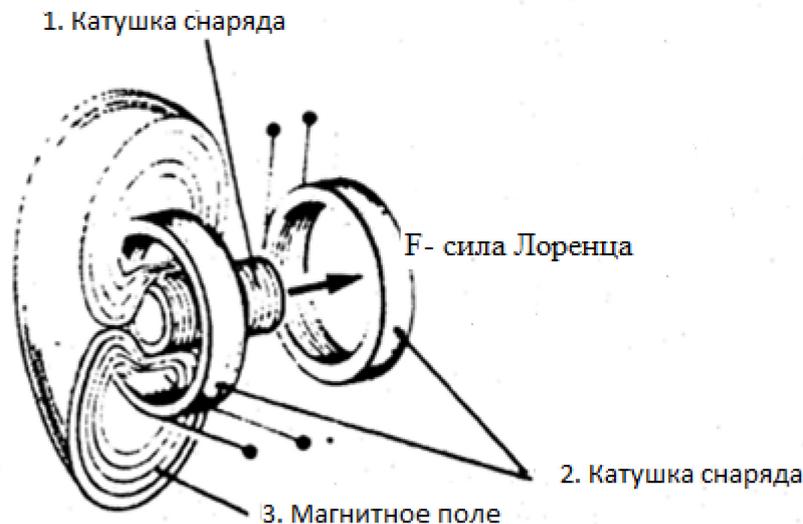


Рис. 1. Принцип работы электромагнитной пушки катушечного типа

Для того, чтобы определить какое расстояние пройдет поступим следующим образом. В начале определяется траектория магнитного потока в соленоиде. Траектория магнитного потока считается прямолинейной.  $l$  — это длина магнитного потока через соленоид, а  $x$  — путь магнитных линий за пределами соленоида, который будет обнаружен во время расчета. Два  $x$  — причина того, что магнитное поле покрыто с обеих сторон соленоида.

Поскольку соленоид представляет собой электромагнитную систему, в нем генерируется электромагнитная энергия  $W$ . Эта энергия в свою очередь представляет собой уравнение:

$$W = \frac{LI^2}{2} \quad (1)$$

Здесь,  $L$  - индуктивность соленоида, Гн;  $I$  - текущее значение тока, заданное для соленоида, А.

Количество энергии в соленоиде, в свою очередь, используется для работы магнитного потока в соленоиде, то он равняется на:

$$W = A = F(x + x + l) = F(2x + l) \quad (2)$$

Здесь,  $F$  - электромагнитная сила или сила Лоренца, Н.

Так как количество энергии в соленоиде используется для работы, то эти энергии будут равны между собой:

$$\frac{LI^2}{2} = F(2x + l) \quad (3)$$

И индуктивность соленоида в свою очередь определяется по формуле:

$$L = \frac{\mu\mu_0 N^2 S}{l} \quad (4)$$

Здесь,  $\mu$  — магнитная проницаемость (безразмерная величина);  $\mu_0$  - магнитная постоянная,  $4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м;  $S$  — площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>.

Если формулу для индуктивности (4) поставить на уравнение (1) то получается:

$$W = \frac{\mu\mu_0 N^2}{2l} SI^2 \tag{5}$$

Если уравнение (5) поставить на (3), то:

$$\frac{\mu\mu_0 N^2}{2l} SI^2 = F(2x + l) \tag{6}$$

Прежде чем составление уравнение, прежде всего выражаем уравнение электромагнитной силы:

$$F = BIl = \mu Hl = \mu_0 I^2 N \tag{7}$$

Здесь,  $B$  — магнитная индукция, Тл;  $H$  — напряженность магнитного поля, А/м. Из уравнении видно, что магнитная индукция равно  $B = \mu H$  и напряженность в свою очередь равняется:  $H = \frac{F}{l} = \frac{NI}{l}$ . По формуле (7) определяется сила, действующая на снаряд.

А теперь в уравнение (6) на место силы можно поставить уравнение (7), тогда получается:

$$\frac{\mu\mu_0 N^2}{2l} SI^2 = \mu_0 I^2 N(2x + l) \tag{8}$$

Если открыть скобки и выразить  $x$  через остальные элементы, то получается:

$$x = \frac{\frac{\mu\mu_0 N^2}{2l\mu_0 I^2 N} SI^2 - l}{2} \tag{9}$$

Формула (9) и есть расчетная формула для определения дальности снаряда.

Существуют различные варианты исполнения катушки. На различных этапах развития общества прошли качественные «прыжки» в развитии техники: изобретение колеса, двигателя внутреннего сгорания, открытие возможности получения и использования электроэнергии и др.

В этой работе предлагается одно катушечная электромагнитная пушка (рисунок 2). В ней при прохождении электрического тока в соленоиде образуется магнитное поле, в которое разгоняет снаряд и «вытягивает» его внутрь.

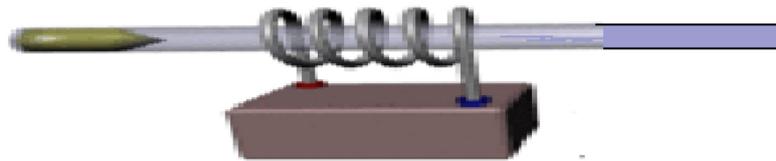


Рис. 2. Однокатушечная электромагнитная пушка

Как уже отмечалось ранее, если снаряд при прохождении середины соленоида и отключить в нем ток, магнитное поле исчезает и снаряд по инерции вылетел из другого края ствола. Техническая реализация. Для значительного эффекта импульс тока для воздействия на соленоид должен быть кратковременным. Как правило, для получения такого импульса используются электрические конденсаторы с высоким рабочим напряжением. Параметры обмотки, снаряда и конденсаторов должны быть согласованы таким образом, чтобы при вылете к центру обмотки тока в момент прилета снаряда уменьшался до минимального значения в последнем, т. е. заряд конденсаторов должен быть полностью израсходован. В этом случае КПД одноступенчатой пушки будет максимальным.

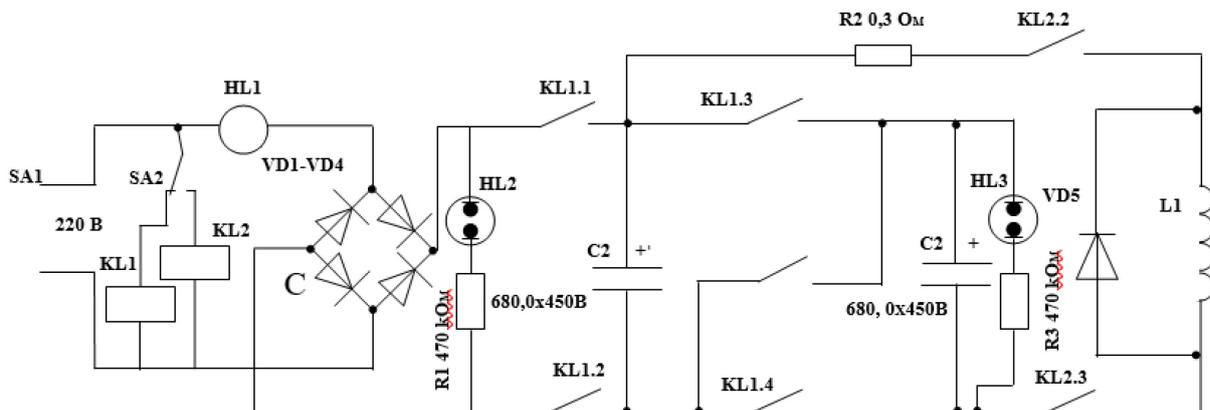


Рис. 3. Электрическая схема однокатушечной электромагнитной пушки (ОКЭП)

При использовании схемы двукратным напряжением, при зарядке конденсаторов происходит сбой и увеличивается нагрузка на выпрямительные диоды. В зависимости от вышеуказанной, более практической и рациональной схемы принята вышеуказанная схема. В нем с помощью релейно-контактных элементов применялся специфический метод удвоения напряжения цепи. Схема работает следующим образом, при включении тумблера SA1 подается напряжения на схему. При включении SA2 указанной на схеме подается напряжение на катушку промежуточного реле KL1, которое своими контактами KL1.1, KL1.2, KL1.3, KL1.4 подает напряжение на конденсаторы C1 и C2, лампа HL1 показывает момент полного заряда конденсаторов после чего лампа гаснет. Лампа HL2 сигнализирует о процессе заряда конденсаторов. После чего тумблер SA2 переводится в правое по схемы положение, при этом подается напряжение на катушку промежуточного реле KL2, которое обесточивает контакт KL1 и размыкает контакты KL1.1; KL1.2; KL1.3; KL1.4. После замыканий KL2.1 происходит последовательное соединение конденсаторов C1 и C2, при этом напряжение на выходе увеличивается в 2 раза и подается на катушку L1 который производит выстрел снаряда. Диод VD5 установлен для защиты конденсаторов от так называемых экстратоков (индукционные) в момент переходных процессов.

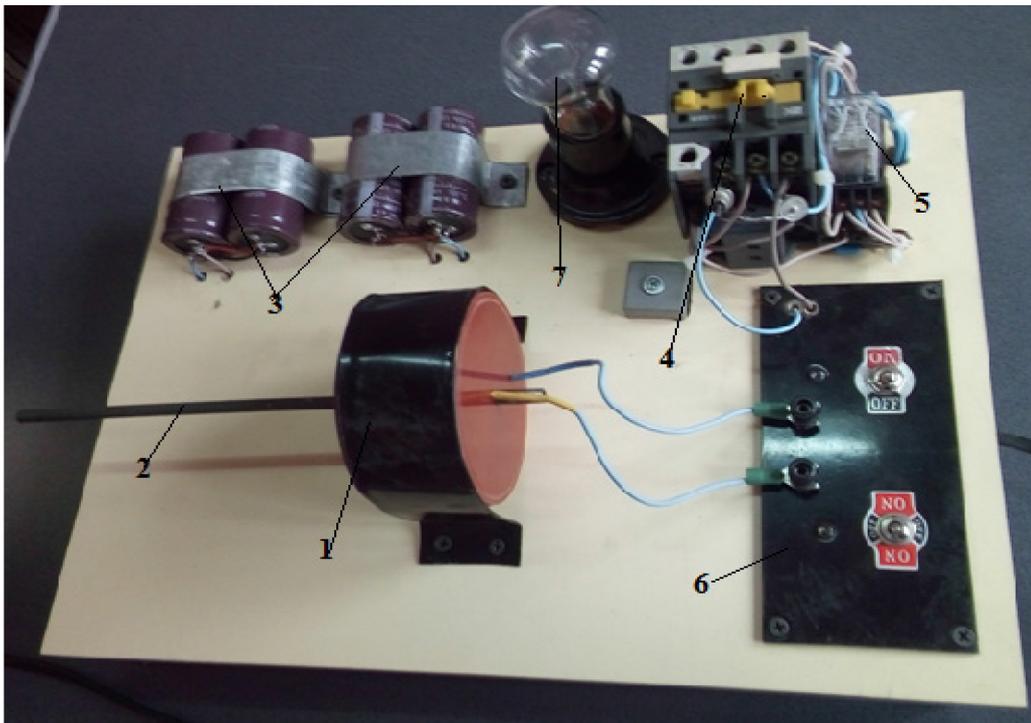


Рис. 4. Макет однокатушечной электромагнитной пушки (ЭП). Здесь 1- магнитная катушка, 2-ствол ЭП, 3-конденсатор, 4-манитопускатель, 5- реле прерыватель, 6- пульт управления.

*Технические характеристики:* напряжение на конденсаторе 600 В, емкость конденсаторе, длина катушки 60 м, количество витков 4181,58, длина пули 50 мм, диаметр пули 2.5 мм, внешний диаметр ствола 3 мм, масса пули 1.9 г, максимальная сила 8.44Н, сила тока 16.4 А.

**Выводы.** Работа по всем ключевым узлам электромагнитной пушки быстро внедряется в США, а также начинается в других странах. Современные достижения, связанные с ускорителями, накоплением энергии и появлением импульса, являются о вероятности снабжения электромагнитной пушкой системы войск через поколения (вскоре после века) [5]. Для достижения этой цели требуется интенсивная научно-исследовательская работа по всем аспектам электромагнитной пушки, в том числе включая энергоснабжение и снаряды. Важную роль играют новые материалы. Таким образом, электромагнитная пушка, кроме ожидаемой военной значимости, должна иметь мощный импульс технологического прогресса и новизны при значительном воздействии в гражданском секторе. В настоящее время он не обладает экономичными перспективами [5], какие есть избытки электромагнитного оружия и какие существуют перспективы его использования [6]. На данном этапе развития науки этот вид оружия очень слабо развит, поэтому для многих людей это остается прекрасной фантастикой. Нам кажется, что электромагнитная масса должна быть использована, прежде всего, во благо людей. Например, использование принципа электромагнитного ускорения масс в таких отраслях, как строительная индустрия, может частично улучшить сложившуюся ситуацию. Принцип работы электромагнитного ускорения масс можно и нужно использовать в гражданском строительстве, промышленности и в других областях жизнедеятельности человека [7].

Литература:

1. Гаусс, К. Ф. Сборник статей под ред. Виноградова. — М.: АН, 1956, С. 71-96.
2. «Википедия-свободная энциклопедия» ([http:// ru. wikipedia. org](http://ru.wikipedia.org)).
3. Андреев, А. Н., Бондалетов В. Н. Индукционное ускорение проводников и высокоскоростной привод // Электричество.-1973.-№ 10. — с. 36-40.
4. Бондалетов, В. Н., Иванов Е. Н., Калихман С. А., Пичугин Ю. П. Метание проводников в сверхсильном импульсном магнитном поле // Сверхсильные магнитные поля. Физика. Техника. Применение. — М., 1984 — с. 234-238.
5. Заявка Российская Федерация № 2009116786 Электромагнитный инженерный боеприпас./Удинцев Д. Н., Русин П. В., Усманов Р. И.,
6. Wolfram Witt, Marcus Loffler The Electro-magnetic Gun — Co1oier to Weapon-System Status //Military Technology. — 1998. — № 5. — P. 80-86.
7. Бондалетов, В. Н., Иванов Е. Н., Калихман С. А., Пичугин Ю. П. Метание проводников в сверхсильном импульсном магнитном поле // Сверхсильные магнитные поля. Физика. Техника. Применение. — М., 1984. — с. 234-238.

## ХИМИЯ

### Исследование взаимодействия олигомера морфолина и эпихлоргидрина с нитратом меди и кадмия

Шотураева Максад Чоршанбе кизи, магистр;  
Халикова Севара Жусуровна, кандидат технических наук, доцент;  
Максумова Ойтура Ситдиковна, доктор химических наук, профессор;  
Уринов Улугбек Комилжонович, Dr. Sc, доцент  
Ташкентский химико-технологический институт (Узбекистан)

Медь активно участвует в биологическом круговороте и входит в число жизненно важных микроэлементов. При недостатке или отсутствии меди в растениях уменьшается содержание хлорофилла, растение перестает плодоносить, листья желтеют, могут погибнуть. В оптимальных концентрациях медь способствует росту и развитию растений и повышает их холодостойкость [1]. Азотсодержащие соединения являются составными компонентами в производстве фармакологических, поверхностно-активных, моющих средств, стимуляторов роста растений, антикоррозионных веществ, бактерицидных препаратов, гербицидов и др. [2].

Исходя из этого синтез комплексных соединений, содержащих азот и медь, представляет значительный интерес в плане получения новых биологически активных веществ. Синтезированы координационные соединения меди (II) ацетилкарбамидом [3]. Авторами установлено, что в координационных соединениях меди (II) с ацетилкарбамидом последний координирован монодентатно через карбамидный атом кислорода.

Авторами разработаны новые теоретические и экспериментальные подходы для изучения комплексообразования меди (II) с органическими соединениями, содержащими в качестве донорных атомы азота и кислорода. Исследовано комплексообразование меди (II) с пенициллинами и  $\beta$ -лактамами антибиотиками рН-метрическим методом. Во всех случаях соотношение Cu (II): L в титруемых растворах составило 1:5, что позволило учесть возможность образования полилигандных комплексов [4].

В работе [5] описано изучение бинарных комплексов N-фосфометилглицина с меди (II) методами потенциометрии и электронной спектроскопии, а также определение влияния аминокислоты на процесс комплексообразования.

Авторами исследованы комплексообразующие свойства поли-N, N-диаллиламиноэтановой кислоты на ионы меди и кобальта при низких концентрациях полимера

и ионов металлов в растворе [6]. Определены условия образования продуктов взаимодействия полимера с ионами меди и кобальта, что позволяет управлять характеристиками комплексообразующих свойств поли N, N-диаллиламиноэтановой кислоты.

Авторами изучено комплексообразование гидрохлорида глюкозамина (ГХГА) с нитратами меди и цинка [7]. Установлено, что комплекс образуется быстро и состав его не изменяется во времени. Определены отношение чисел молей металла, вошедших в комплекс с ГХГА, константа реакции комплексообразования.

Анализ литературных материалов показывает, что процессы образования комплексов полимеров с металлами (Cu, Co) привлекает внимание многих исследователей.

Водорастворимые олигомеры на основе морфолина и эпихлоргидрина являются перспективными макромолекулярными лигандами для комплексообразования с металлами. Они содержат в структуре четвертичный атом азота и кислород, которые могут вступать в донорно-акцепторные взаимодействия с катионами переходных металлов.

Целью данного параграфа являлся исследование комплексообразования между олигомером на основе морфолина и эпихлоргидрина с медью (II).

УФ-исследование проведено на приборе Specord 210 имеющий точность фотометрии UV с дихромат калием в соответствии с Ph. Eur  $\pm 0,01$ . Параметры изменения были следующим: спектральный диапазон измерения 190-1000 нм, щель 1 нм, скорость сканирования 2 нм в секунду.

Реакцию комплексообразования исследовали в растворах бидистиллированной воды. Изучение комплексообразования олигомера (лиганда) с медью проводили в водной среде. К 2,5 мл водного раствора олигомера ( $10^{-3}$ - $10^{-5}$  моль/л) при перемешивании при комнатной температуре прибавляли 2,5 мл раствора нитрата меди ( $10^{-3}$ - $10^{-5}$  моль/л). После смешивания исходных реагентов сразу снимали спектры поглощения. Растворы готовили

по точной навеске на бидистиллированной воде. Комплексы с медью выделены в индивидуальном состоянии при добавлении олигомера морфолина (МФ) с эпихлоргидрином (ЭХГ) к водному раствору нитрата меди.

Обычно связь между ионом металла и полимерным лигандом осуществляется посредством донорно-акцепторного взаимодействия с образованием координационной связи (хелатные комплексы) или замещением протона лиганда ионом металла с образованием ионной связи. Ионы металлов являются акцепторами; атомы O-, -N, -S, -F, -Cl полимерной цепи, предоставляющие пару электронов для образования связи, являются донорами.

Комплексообразование олигомера морфолина с эпихлоргидрином (I) и нитрата меди (II) оценива-

лось по изменению спектров поглощения. Комплексообразующие свойства олигомера на основе морфолина с эпихлоргидрином были исследованы спектрофотометрическим методом с использованием водных растворов  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  на катионы  $\text{Cu}^{+2}$  [8, 9].

Комплексообразующие свойства  $\text{Cu}^{+2}$  в водных растворах исследовали определением зависимости оптической плотности раствора (A) от длины волны ( $\lambda$ ) в зависимости оптической плотности от концентрации водного раствора олигомера. Сначала приготовили серии растворов в интервале концентрации соли металла олигомера ( $10^{-3}$ - $10^{-5}$  моль/л). Далее определены максимальные значения длин волн ( $\lambda_{\text{max}}$ ) от оптической плотности (A) водных растворов исходных реагентов и комплекса (рис. 1).

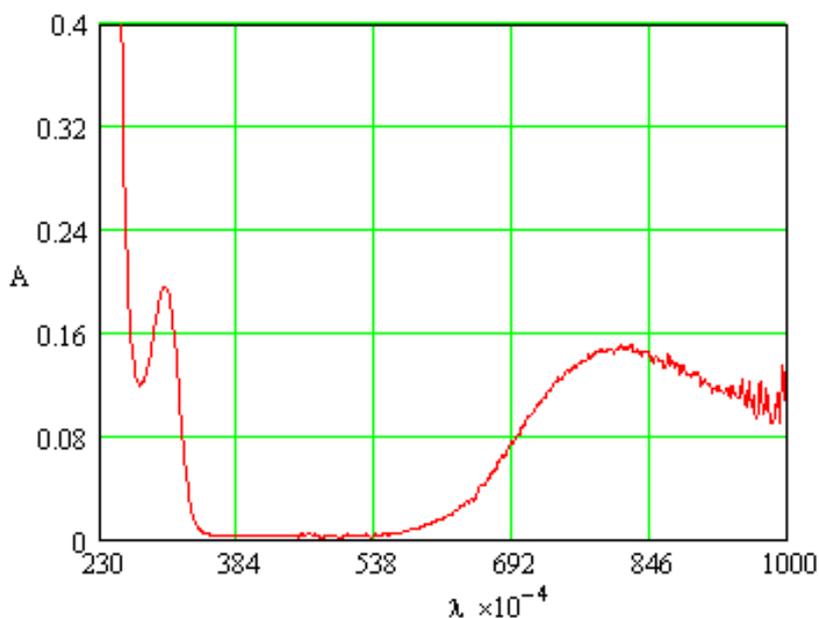


Рис. 1. Зависимость оптической плотности водного раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  от длины волны

Полученные данные показывают, что максимальное значение  $\lambda_{\text{max}}$  находится примерно в интервале 240 нм для олигомера и 790 нм для ионов меди. В электронных

спектрах смесей олигомера с  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  наблюдается появление новой полосы в интервале 540-690 нм, что указывает на образование комплексного соединения (рис. 2).

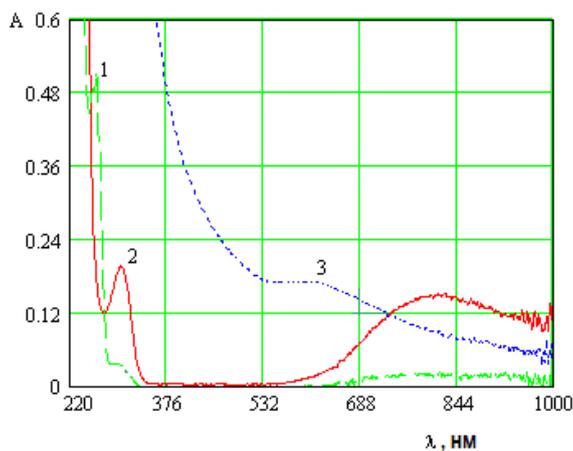


Рис. 2. Зависимость оптической плотности (A) от длины волны ( $\lambda$ ): 1-олигомер на основе морфолина с эпихлоргидрином; 2-нитрат меди; 3-смесь олигомера (I) с  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

Далее проведены исследования комплексообразования при  $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = \text{const}$  с увеличением концентрации олигомера для полного связывания ионов металлов в исследуемый комплекс (рис. 3). При увеличении концентрации олигомера происходит увеличение оптической плотности

постепенное смещение данного максимума в длинноволновую область. Во всех исследуемых системах электронные спектры имеют общий характер изменения. Смещение полосы поглощения в длинноволновую область указывает на связывание олигомера в комплексное соединение.

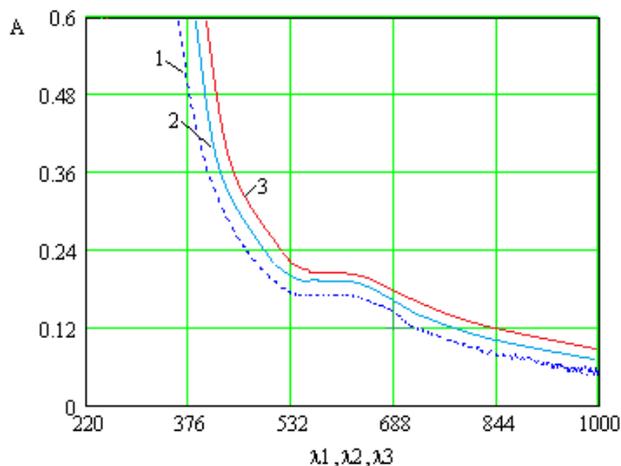


Рис. 3. Зависимость оптической плотности раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  и его смесей с олигомером:  $[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = 0,001$  моль/л = const от длины волны. Концентрация олигомера, моль/л: 1-0,0001; 2-0,001; 3-0,01

В ходе исследования были определены молярный коэффициент светопоглощения, состав комплекса и константа устойчивости по формуле  $\epsilon_\lambda = A/C \times l$ , где  $\epsilon_\lambda$  — молярный коэффициент светопоглощения лучей, A — значение (табл. 1).

Как видно из таблицы с увеличением концентрации раствора электролита наблюдается резкое повышение молярного коэффициента светопоглощения, что свидетельствует о полном связывании ионов  $\text{Cu}^{+2}$ .

Таблица 1. Значение молярного коэффициента светопоглощения растворами комплексов,  $T=20$  оС

$\epsilon_\lambda = A/C$	Концентрация раствора		
	0,0001M	0,001M	0,01M
Олигомер на основе морфолина с ЭХГ	2490	4700	7680

Состав реагента — ион металла определяли методом «насыщения». Сущность метода заключается в установлении зависимости величины D от концентрации одного из компонентов при постоянной концентрации второго компонента и наоборот (рис. 4).

Как видно из рисунка 9, точка излома на кривой отвечает отношению стехиометрических концентраций реагирующих веществ в точке Хэков — абсциссе точки эквивалентности. Также видно из рисунка, что увеличением концентрации реагирующих веществ во всех рассмотренных случаях оптическая плотность растет до определенных значений, далее остаётся постоянной величиной, что свидетельствует об образовании устойчивого комплекса.

Структуру синтезированного комплексного соединения исследовали ИК-спектральным анализом (рис. 5). Сравнение спектров взаимодействия олигомера с ионами меди и исходного олигомера показывают, что основное

строение олигомерного продукта не претерпевает существенных изменений, однако наблюдается некоторое смещение полос поглощения (рис. 5,6). В ИК-спектре олигомера на основе морфолина с ЭХГ наблюдаются валентные колебания связи NH в области  $33-93 \text{ см}^{-1}$ , слабые полосы в области  $2871-2960 \text{ см}^{-1}$  относятся к аммониевому катиону, веерные колебания NH связи в области  $866 \text{ см}^{-1}$ ; колебания связей CO при  $1114 \text{ см}^{-1}$ , а C-N при  $1069 \text{ см}^{-1}$ .

На основе результатов ИК-спектроскопии предложена предполагаемая структура синтезированного комплексного соединения (Рис. 7).

Таким образом, спектрофотометрическими исследованиями изучено взаимодействие олигомера на основе морфолина и эпихлоргидрина с нитратом меди. Установлено, что синтезированные олигомеры на основе морфолина с эпихлоргидрином обладают достаточно высокими комплексообразующими свойствами на катионы меди.

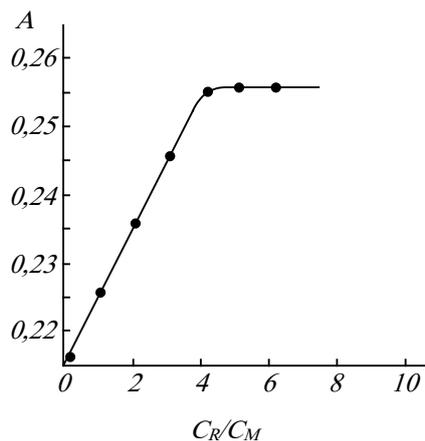


Рис. 4. Зависимость оптической плотности растворов комплекса от состава для 0,01М раствора  $Cu(NO)_2^2$

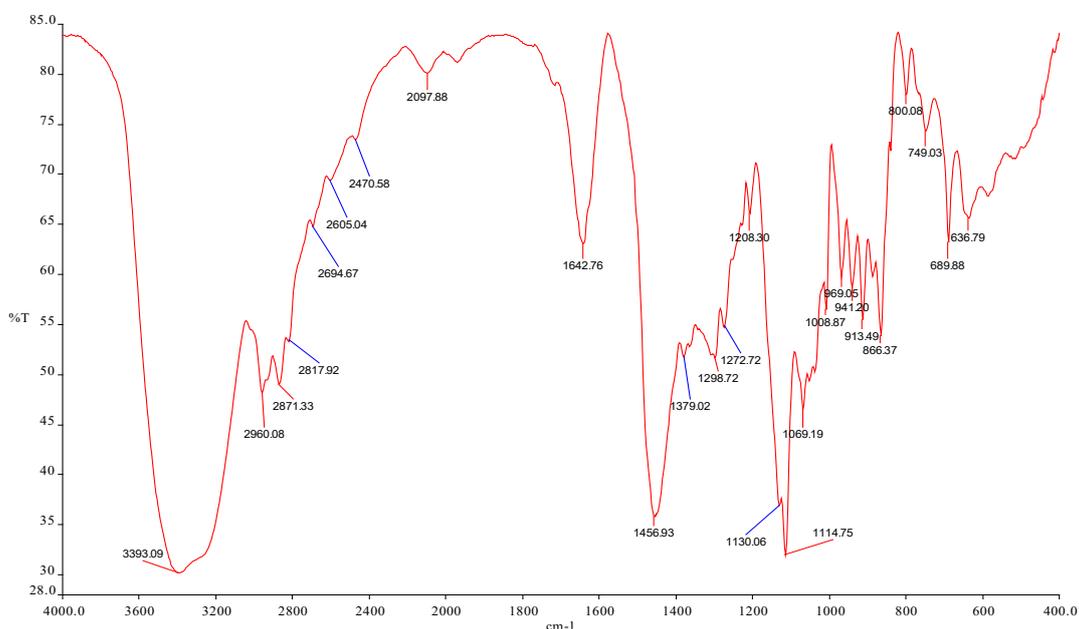


Рис. 5. ИК-спектр синтезированного олигомера на основе морфолина и эпихлоргидрина

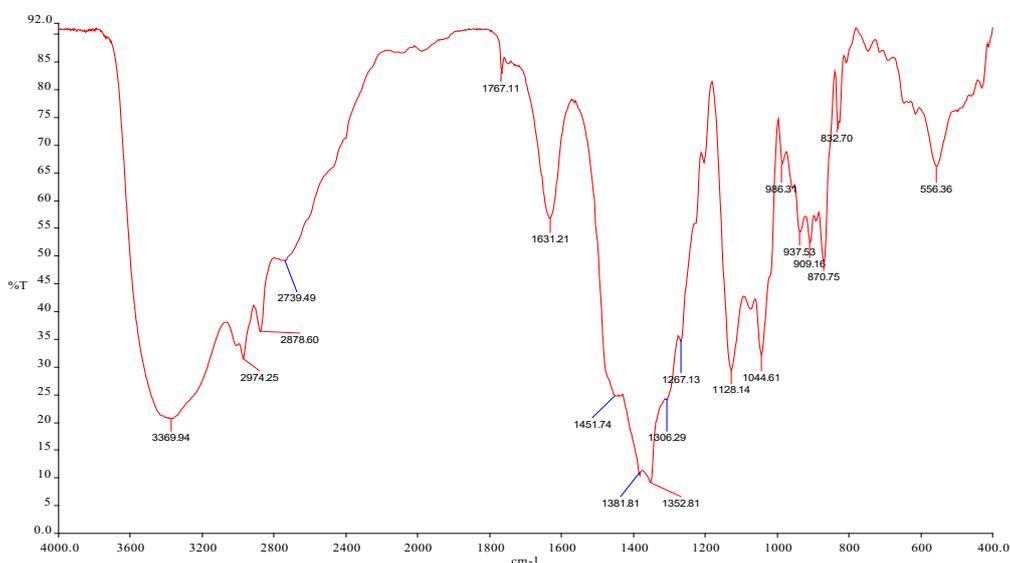


Рис. 6. ИК-спектр синтезированного комплекса на основе олигомера морфолина и эпихлоргидрина с нитратом меди

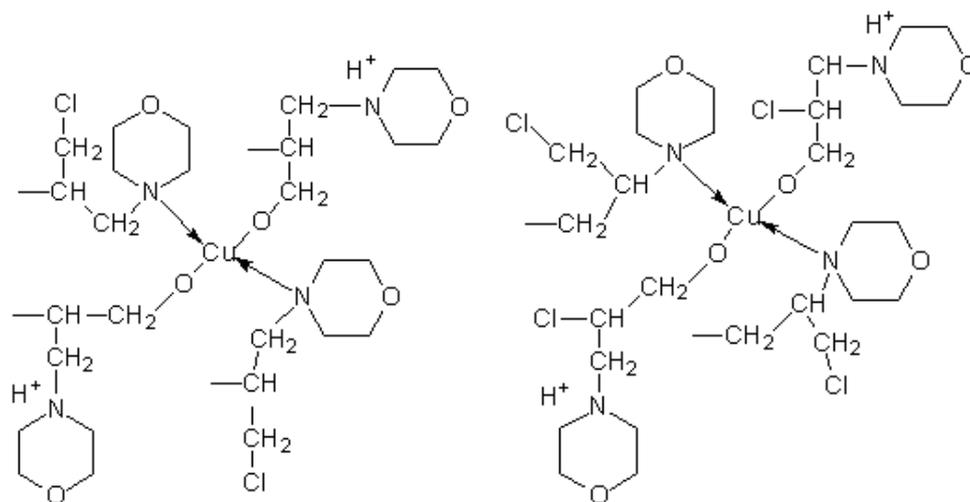


Рис 7.

## Литература:

1. Харитоновна, Е. В., Журавлев О. Е., Червинец В. М., Ворончихина Л. И., Демидова М. А. Синтез и антимикробная активность тетрахлорферратов четвертичного аммония, пиридиния и морфолиния. Химико-фармацевтический журнал, 2012. — № 5. — с. 6-8.
2. Клячин, А. И., Румянцева О. И. Опыт применения препарата тиотриазолин (морфолиний-метил-триазолил-тиоацетат) у больных с алкогольным поражением печени. Журн. Вопросы наркологии. 2011. — № 3. — с. 63-68.
3. Козьминых, Е. Н., Козьминых В. О., Махмудов Р. Р., Одегова Т. Ф., Беляев А. О. Синтез, противомикробная и анальгетическая активность 4-арил-2-N-морфолино-4-оксо-2-бутеновых кислот. Химико-фармацевтический журнал, 2004. — Т. 38. — № 8. — с. 25-26.
4. Гатаулина, Г. А. Кутырев, И. С. Низамов, М. П. Кутырева Функционализация гиперразветвленных полиэфирополиолов вторичными аминами. Тез. докл. X Научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов научно-образовательного центра Казанского (Приволжского) федерального университета «Материалы и технологии XXI века». Казань, 2011. — с. 33.
5. М. П. Кутырева, А. Г. Гатаулина, Г. А. Кутырев, И. С. Низамов, Н. А. Улахович Полиядерные комплексы меди (II) с полидентатными наноглигандами на основе аминопроизводных гиперразветвленных полиэфиров. Журн. общей химии. — 2011. — Т. 81, Вып. 7. — С. 1187-1190.
6. А. Р. Гатаулина, А. Р. Мухаметзянова, М. П. Кутырева, Г. А. Кутырев, Н. А. Улахович. Биологически активные полиэфирополиамины и их металлокомплексы. Тез. докл. XVIII Всероссийской конференции «Структура и динамика молекулярных систем». — Казань, 2011. — с. 99.
7. Бродский, М. С., Макаров А. П. Способ получения n-метилморфолин-n-оксида. Патент РФ № 2061690, 1996.
8. Залелова, А. К., Пономаренко О. В., Манкей Б. М., Хамзина С. С. Изучение производных на основе соединений ряда фурана и ортомуравьиного эфира. Валихановские чтения-17: Сборник материалов Международной научно-В 17 практической конференции. — Кокшетау, 2013. — С. 28-31.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Метод Apriori для поиска связей между переменными в большой базе данных

Афанасьев Александр Игоревич, студент магистратуры  
Уфимский государственный авиационный технический университет

В статье автором рассматривается метод Apriori для поиска ассоциативных правил между переменными в большой базе данных

**Ключевые слова:** база данных, набор элементов, Apriori, набор, правило, транзакция.

Связи — это очень важная тема для понимания при проектировании базы данных. Современные базы данных очень большие, достигают ГБ и терабайт и имеют тенденцию к дальнейшему увеличению. Поэтому для нахождения ассоциативных правил требуются эффективные масштабируемые алгоритмы, которые позволяют решить проблему за разумное время. Один из таких алгоритмов будет обсуждаться в этой статье. Опишем алгоритм Apriori.

Данный алгоритм использует широкую стратегию поиска для подсчета объектов и использует функцию генерации кандидатов на основе свойств поддержки

нисходящей линии связи. Он ищет ассоциативные правила и применяется к базам данных, которые содержат огромное количество транзакций. Изучение ассоциативных правил — это метод, используемый в интеллектуальном анализе данных для изучения взаимосвязи между переменными базы данных.

Вот пример использования алгоритма Apriori. Допустим, у нас есть база данных о транзакциях в супермаркетах. Вы можете рассматривать базу данных как огромную таблицу, в которой каждая строка представляет собой номер транзакции, а каждый столбец — отдельную покупку [4]. Проиллюстрируем это на рис. 1.

Transaction ID	Chips	Dip	Soda	Apples	Milk
1	X	X	X		
2	X	X			X
3	X		X		

Рис. 1. База данных транзакций супермаркета

С помощью алгоритма Apriori мы можем идентифицировать приобретенные продукты, то есть устанавливать ассоциативные правила.

Что это дает нам:

Вы можете определить продукты, которые часто покупаются вместе. Основная задача маркетинга — заставить клиентов покупать больше. Сопутствующие товары называются наборами. Пример:

Вы можете заметить, что чипсы, чипсы с соусом и сода часто стоят на прилавках поблизости. Это называется двухэлементным набором. Когда база данных достаточно велика, будет гораздо сложнее «увидеть» взаимосвязь, особенно при работе с трехэлементными или более крупными наборами. Для этого был создан алгоритм Apriori.

Как работает алгоритм Apriori? Прежде чем перейти к сути алгоритма, необходимо определить 3 параметра [1]:

1. Сначала необходимо установить заданный размер. Хотите определить двухэлементный, трехэлементный набор или любой другой?
2. Во-вторых, поддержка коммутатора — это количество транзакций, включенных в сумму, деленное на общее количество транзакций. Набор для немедленной поддержки — самая распространенная тенденция.
3. В-третьих, определите надежность, то есть условную вероятность того, что конкретный товар окажется в корзине с другими товарами. Пример: фишки в вашем наборе с вероятностью 67% окажутся в одной корзине с газировкой.

Простой алгоритм Apriori состоит из трех этапов:

1. Ассоциация. Посмотрите на базу данных и определите частоту отдельных продуктов.
2. Отсечение. Настройки, которые удовлетворяют поддержке и надежности, переходят к следующей итерации с двухкомпонентными наборами,
3. Повторение. Предыдущие два шага повторяются для каждого заданного значения, пока не будет получен ранее определенный размер.

Если говорить о переменных — это то, что можно измерить, контролировать или манипулировать в исследованиях (от английского корня var). Переменные очень разные по своим свойствам переменные, и, следовательно, мы можем сказать, что эти переменные отличаются по характеристикам, особенно от роли, которую они играют в исследованиях, типу измерений и т. д.

Но вернемся к Apriori, который обычно рассматривается как алгоритм самообучения, поэтому его часто используют для поиска интересных закономерностей и отношений. Это модификация алгоритма Apriori, которая может классифицировать отмеченные данные. Кстати, Apriori прост, понятен в реализации и имеет множество модификаций. При этом алгоритм может быть довольно ресурсоемким — его расчеты могут занять много времени. Имеется огромное количество реализаций данного алгоритма и одни из самых популярных это ARtool, Weka и Orange.

Apriori — один из самых популярных алгоритмов поиска ассоциативных правил. Благодаря использованию антимонотонных свойств можно обрабатывать большие объемы данных в разумные сроки. Чтобы применить этот алгоритм, необходимо обработать данные: обратить внимание на все данные в двоичном виде; изменить структуру данных (табл. 1-2) [5].

Таблица 1. Обычный вид базы данных транзакций

Номер транзакции	Наименование элемента	Количество
1001	A	2
1001	D	3
1001	E	1
1002	A	2
1002	F	1
1003	B	2
1003	A	2
1003	C	2
...	...	...

Таблица 2. Нормализованный вид

TID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	...
1001	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	...
1002	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	...
1003	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	...

Количество столбцов в таблице равно количеству элементов, присутствующих в большом количестве транзакций. Обратите внимание, что первоначальная форма таблицы не может быть описана в таблице 1. Главное, чтобы данные были преобразованы в стандартизированное представление, в противном случае применяется алгоритм. Все элементы этой таблицы расположены в алфавитном порядке (если они являются числами, они должны быть расположены в числовом порядке). Это не случайно.

Итак, данные преобразованы, теперь можно приступить к описанию алгоритма. Алгоритмы работают в два этапа, и проанализированный алгоритм Apriori не является исключением. На первом этапе нужно найти общие наборы элементов, а затем извлечь из них правила. Количество элементов в наборе будет называться размером на-

бора, а количество, состоящее из k элементов — набором k-элементов [2].

Обнаружение общих наборов элементов — это операция, которая требует много вычислительных ресурсов и, следовательно, времени. Примитивный подход к решению этой проблемы — это простой поиск всех возможных наборов элементов. Apriori использует одно из свойств поддержки, что любой набор элементов не может превышать минимальную поддержку любого из его подмножеств.

Например, поддержка трехэлементного набора { Хлеб, Масло, Молоко } будет всегда меньше или равна поддержке 2-элементных наборов { Хлеб, Масло }, { Хлеб, Молоко }, { Масло, Молоко }. Дело в том, что любая транзакция, содержащая { Хлеб, Масло, Молоко }, также должна содержать { Хлеб, Масло }, { Хлеб, Молоко }, { Масло, Молоко }, причем

обратное не верно. Это свойство называется анти-монотонностью и служит для уменьшения размерности пространства поиска. Если у нас нет такого свойства, поиск компонентов может быть практически невозможен.

Вот функция генерации кандидатов. На этот раз нет необходимости снова обращаться к базе данных. Чтобы получить наборы  $k$ -элементов, мы используем  $(k-1)$  ( $k-1$ ) — наборы элементов, которые были определены на предыдущем шаге и являются общими. Напомним, что наш начальный набор хранится в упорядоченном виде. Поколение кандидатов также будет состоять из двух этапов. Каждый кандидат  $k$  будет создан путем расширения общего набора размеров  $(k-1)$  ( $k-1$ ) путем добавления элемента другого  $(k-1)$  ( $k-1$ ) — набора элементов. Основываясь на свойстве анти-монотонности, все наборы  $k$  должны быть удалены, если хотя бы одно из  $(k-1)$  ( $k-1$ ) подмножеств не является общим. После генерации кандидатов следующая задача — рассчитать поддержку каждого кандидата [3].

Гораздо быстрее и эффективнее использовать подход, основанный на хранении кандидатов в хэш-дереве. Внутренние узлы дерева содержат хэш-таблицы с сообщениями потомкам, а страницы — кандидатам. Дерево нам пригодится для быстрого расчета поддержки кандидатов. Хэш-дерево создается каждый раз, когда формируются кандидаты. Как только число кандидатов становится больше порогового значения, корень становится хэш-таблицей, то есть становится внутренним узлом, и для него создаются потомки. И все примеры распространяются на узлы-потомки в соответствии со значениями хэш-функции элементов, включенных в набор, и т. д. Каждый новый кандидат хэшируется на внутренних узлах, пока не достигнет страницы первого узла, где он будет храниться до числа из наборов снова превышать порог.

Создано хэш-дерево с наборами кандидатов, теперь с хэш-деревом легко рассчитать поддержку для каждого

кандидата. Для этого вам нужно «пропустить» каждую транзакцию через дерево и увеличить счетчики для тех кандидатов, элементы которых также содержатся в транзакции.

Затем на втором уровне хэш-функция применяется ко вторым элементам и т. д. На  $k$ -уровне  $k$ -элемент отключается.

После того, как каждая транзакция исходной базы данных «пропущена» через дерево, вы можете проверить, соответствуют ли значения поддержки кандидата минимальному порогу. Кандидаты, для которых выполняется условие, переводятся в общую категорию. Кроме того, мы должны помнить о поддержке набора, это будет полезно для нас, когда вы получите правила. Эти же шаги используются для поиска  $(k + 1)$  ( $k + 1$ ) наборов элементов и т. д.

Как только вы нашли все обычные наборы элементов, вы можете приступить к генерации правил. Извлечение правил — менее трудоемкая задача. Во-первых, чтобы рассчитать действительность правила, достаточно знать поддержку самого курса и сумму, которая лежит в терминах правила. Обратите внимание, что числитель остается постоянным. Тогда допустимость имеет минимальное значение, если знаменатель имеет максимальное значение, и это происходит, когда условием правила является набор, состоящий из одного элемента. Все надмножества этого набора имеют меньшую или равную поддержку и соответственно большую надежность. Это свойство можно использовать при извлечении правил [3].

Если мы начинаем извлекать правила, сначала рассматривая только один элемент в условии правила, и это правило имеет необходимую поддержку, то все правила, где условия являются надмножествами элемента, также имеют значение надежности выше заданного порога. Рекурсивная процедура используется для извлечения всех правил.

#### Литература:

1. Голицына, О. Л. Базы данных. — М.: Форум, 2016. — 400 с.
2. Илюшечкин, В. М. Основы использования и проектирования баз данных. — М.: Юрайт, 2016. — 516 с.
3. Кнут, Д. Искусство программирования. Т. 3. Сортировка и поиск. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2019–801 с.
4. Макконнелл Дж. Основы современных алгоритмов. 2-е дополненное издание / Пер. с англ. под ред. С. К. Ландо, дополнение М. В. Ульянова. — М.: Техносфера, 2016. — 368 с.
5. Угринович, Н. Д. Информатика. — М.: БИНОМ, 2018. — 183 с.

## Перспектива облачных вычислений

Берден Жамила Есентайкызы, магистр, преподаватель;  
Нурланкызы Айсулу, преподаватель

Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина (г. Нур-Султан)

*Ключевые слова:* облачные технологии, cloud computing, частное облако, публичное облако, гибридное облако, виртуальная платформа, IaaS, PaaS, SaaS.

С момента рождения промышленности и коммерции людям нужны все более совершенные способы хранения данных и доступа к ним при необходимости. В то время как ценная информация физически хранилась на бумаге в до-компьютерную эпоху, сегодня данные хранятся преимущественно на жестких дисках компьютеров и серверов. Эти жесткие диски и серверы могут быстро и удобно хранить, обрабатывать и извлекать значительное количество данных.

Однако как жесткие диски, так и серверы имеют свои ограничения, и скорость, с которой растут современные предприятия и отрасли, стала приоритетной задачей для хранения, которое может хранить и обрабатывать все более значительные объемы данных.

До создания платформ облачных вычислений предприятия преимущественно полагались на серверы, базы данных, аппаратное и программное обеспечение и другие периферийные устройства для подключения своего бизнеса к сети. Компании должны были купить эти компоненты, чтобы их веб-сайт или приложения были доступны пользователям [1, с. 63].

Облачные платформы сегодня предлагают ряд существенных преимуществ, которые побуждают компании переходить на облачные вычисления. Эти основные преимущества включают в себя:

1. Скорость. Если вам нужен ИТ-ресурс или услуга из облака, они доступны практически мгновенно и практически одновременно готовы к производству. Это означает, что продукт, услуга и дата запуска практически сразу же появляются на рынке, что является значительным преимуществом по сравнению с использованием устаревшей среды. Это помогло многим предприятиям получить доход намного раньше, чем они начали работать.

2. Стоимость. Планирование и покупка правильного оборудования всегда было проблемой в традиционной среде. Если вы приобретаете оборудование, которое не соответствует вашим потребностям, возможно, вам придется жить с этой покупкой бесконечно. Однако с облаком это не проблема, так как вам не нужно покупать какое-либо оборудование. Вместо этого вы платите за использование оборудования хоста, и, если оно не соответствует вашим потребностям, вы можете освободить его и заменить его на лучшую конфигурацию. Таким образом, вы экономите много денег, так как платите только за время, которое используете.

3. Масштабируемость. В устаревшей среде прогнозирование потребностей — это работа на полный рабочий день, но облачные сервисы позволяют легко настроить ав-

томатический инструмент мониторинга, который будет выполнять эту работу за вас. Эта информация позволит вам точно повысить или понизить объем работы, который вы выполняете в зависимости от потребностей. Нет необходимости прогнозировать, какой объем ресурсов инфраструктуры потребуется.

4. Доступность. Облачные вычисления позволяют получать доступ к ресурсам, данным, услугам и приложениям из любой точки мира, если вы подключены к Интернету. Если вы не подключены к Интернету, некоторые инструменты и методы позволят вам получить доступ к облаку при необходимости.

5. Лучшая безопасность. Гарантия того, что ваши данные хранятся в безопасном и надежном месте, является приоритетом для всех компаний. Облако обеспечивает высоконадежное хранилище данных клиентов, позволяя получать к ним доступ в любое время и в любом месте, где это требуется. Кроме того, все данные, хранящиеся в облаке, зашифрованы и защищены от несанкционированного доступа [2, с. 78].

Облачные вычисления увеличиваются, в результате чего их классифицируют на несколько разных категорий. Однако из разных категорий выделяются шесть. Эти шесть категорий далее делятся на две части: категория облачного развертывания и категория облачных услуг.

Облачные вычисления делятся на три категории в зависимости от развертывания, в том числе: публичное облако, частное облако, гибридное облако [2, с. 184].

Остальные три категории разделены на основе услуг, которые они предлагают, в том числе: инфраструктура как услуга (IaaS), платформа как услуга (PaaS), программное обеспечение как услуга (SaaS).

Облачные категории на основе моделей развертывания:

1. Публичное облако. В общедоступном облаке все хранится и доступно через Интернет. Эта система развертывания позволяет любому, имеющему соответствующие разрешения, получить доступ к некоторым приложениям и ресурсам. Самое интересное в общедоступном облаке — это то, что у вас нет ни одного из компонентов, присутствующих в нем, будь то аппаратное обеспечение, программное обеспечение или приложение. Все компоненты здесь управляются поставщиком. Amazon Web Services и Microsoft Azure являются двумя яркими примерами общедоступного облака [3, с. 249].

2. Частное Облако. Частное облако используется исключительно в организациях, которые они могут запускать локально или выбирать для передачи их другим по-

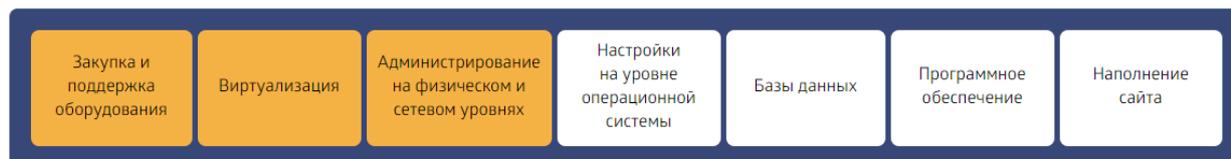
ставщикам облачных услуг. Эта инфраструктура работает строго в частной сети, что означает, что люди, присутствующие в сети, могут получить к ней доступ только. Облако VMware и некоторые продукты AWS являются примерами частного облака [3, с. 314].

3. Гибридное облако. Вероятно, это увлекательная форма облачных вычислений, которая содержит функциональные возможности как публичных, так и частных облаков. Организации, использующие гибридное облако,

могут хранить некоторые данные локально, а некоторые — в облаке. НАСА является наиболее известным примером организации, которая использует гибридное облако. Он использует частное облако для хранения конфиденциальных данных и использует общедоступное облако для хранения и обмена данными, которые могут быть просмотрены широкой публикой во всем мире.

Разница между IaaS, PaaS и SaaS. Проиллюстрируем это на рис. 1.

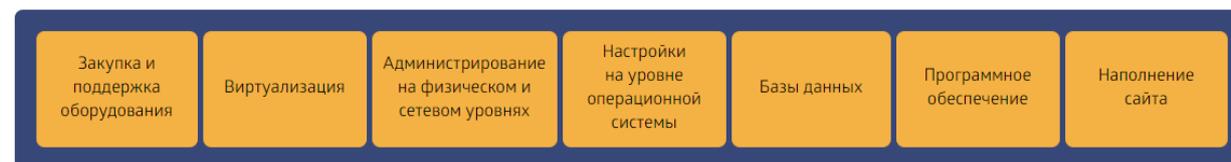
IaaS



PaaS



SaaS



□ Администрируете вы    ■ Администрирует провайдер

Рис. 1. Диаграмма, которая ясно показывает разницу между категориями облачных вычислений в зависимости от их услуг [2, с. 286]

Облачные категории на основе сервисных моделей:

1. IaaS (инфраструктура как услуга). Эта категория состоит из ИТ-инфраструктуры, которую вы можете арендовать у облачного провайдера на платной основе, включая серверы, сети и другие. Самое приятное в этой услуге — это то, что у вас есть доступ к предоставляемым вами услугам, а некоторые предоставляют вам также доступ на уровне root. EC2, или AWS Elastic Compute Cloud, является отличным примером IaaS.

2. PaaS (платформа как услуга). В этой модели вы получаете готовую платформу от облачных провайдеров, где вы можете развертывать свои коды и приложения. Вам

нужно только управлять кодами и приложениями, а не инфраструктурой. AWS Elastic Beanstalk является примером облака PaaS.

3. SaaS (программное обеспечение как услуга). Здесь облачные провайдеры предлагают вам конечный продукт, который может быть приложением или программным обеспечением, которое вы можете приобрести непосредственно по подписке. В рамках этой услуги клиент поддерживает контроль над программной средой, но не обслуживает какое-либо оборудование. Некоторые продукты AWS и Microsoft Azure предоставляют SaaS.

Литература:

1. Спинеллис, Д., Гусиос Г. Идеальная архитектура. Ведущие специалисты о красоте программных архитектур. — СПб.: Символ+, 2010.
2. Риз Дж. Облачные вычисления. Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
3. Malik Amit. Building Clouds with Windows Azure Pack. — Packt Publishing, 2016.

## Система учета результатов тренировок. Лучшие способы отслеживания обучения сотрудников и учащихся

Божинов Иван Сергеевич, студент магистратуры  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

*Ключевые слова:* образовательные технологии, ведение записей тренировок, модель получения компетенции, обширный анализ данных, автоматизация повторяющихся задач, метаязык, LMS, речевые тренажёры

Каждый человек должен постоянно учиться и обучаться чему-то новому. Для более легкого изучения предмета его необходимо разбить на более мелкие темы, превращая их в легкие и понятные части. Кому же действительно интересен мониторинг всего обучения? Некоторым из нас нравится отслеживать процесс, анализировать свое обучение записывая и помечая информацию в блокнот или в календарь, но большинство людей предпочли бы, чтобы эту работу сделали за них, а не самим проводить анализ. Конечно же есть и готовые решения, которое могут провести анализ за вас или за ваших сотрудников или учеников. Более подробно попытаемся разобраться с тем, если вы отправляете своих сотрудников или учеников на обучение.

Есть три основные причины, по которым кому-то нужно отслеживать обучение своих сотрудников или учеников:

— Вы пытаетесь проанализировать статистику (сколько человек было обучено, каков средний балл, кто прошел определенный курс и т. д.). Так же отслеживать прогресс в обучении.

— Вы должны решить, является ли ваша корпоративная программа обучения (учебная программа) хорошей инвестицией, рассчитав ROI (Return on Investment, возврат инвестиций).

— Вы хотели бы убедиться, что все сотрудники или ученики прошли обязательное обучение, а также вам необходимо иметь журнал, чтобы убедиться в этом.

— Вы только начинаете создавать культуру обучения и вам нужен простой инструмент, чтобы просто как-то документировать происходящее.

Причина, по которой вы решили следить за обучением сотрудников или учеников, определит ваши требования. Знание того, что именно вам нужно сделать, поможет вам выбрать оптимальное решение. Во всяком случае, вот краткий список способов отслеживать обучение.

### 1. Система управления обучением (LMS) — самый простой способ отслеживать обучение сотрудников

LMS (Learning Management System — система управления обучением) — это цифровой учебный центр. Это место, где вы можете загрузить все учебные материалы, управлять контентом и назначить его учащимся. Он также собирает различные статистические данные о процессе обучения и может автоматически создавать необходимые отчеты для вас. Кроме того, использование LMS яв-

ляется самым простым и наиболее адекватным решением для мониторинга обучения в настоящее время. Первый вывод — это то, чем человек способен управлять и чему его возможно научить, это деятельность и способы ее выполнения. Как показал П. Гальперин, обучение умственной деятельности обязательно включает в себя этап выполнения ее в виде внешних, физически выполняемых действий.

#### Как это помогает отслеживать тренировки?

1) Автоматизация повторяющихся задач. LMS автоматизирует сложные рутинные задачи, такие как сбор и обработка статистики или классификация.

Даже если ваша команда небольшая, скажем, у вас всего 20 сотрудников или учеников, вам все равно придется потратить время на выяснение того, кому нужно обучение или кто не прошел тест, заполнить текущие данные и регулярно проверять их статусы соответствия. Вы также должны оставаться сосредоточенным, выполняя эту ручную работу, чтобы избежать грубых ошибок.

Для LMS это считанные секунды. Это означает, что вам не нужно тратить часы на создание отчетов вручную в электронных таблицах с сотнями столбцов, а также не нужно иметь дело с бумажными средствами.

2) Обширный анализ данных. Кроме того, LMS позволяет вам детально проанализировать, как учащиеся взаимодействуют с контентом, как они прогрессируют и как выполняет каждый элемент контента, загруженный в систему. Например, с помощью iSpring Learn LMS вы можете:

Переходите от общего прогресса к подробной статистике по конкретному курсу или учащемуся (или даже сколько секунд кто-то потратил на просмотр определенного слайда, если хотите);

— Узнать, как пользователи выполняли свои задания;  
— Отслеживать посещаемость мероприятий/занятий;  
— Применяйте фильтры и настраивайте столбцы отчета, чтобы получить важную для вас информацию и многое другое.

3) Ведение записей тренировок. Неважно, сколько у вас учеников — 5 или 5000 — с помощью LMS, вы можете отслеживать их прогресс в режиме реального времени. LMS также документирует каждое прошедшее обучение, что особенно важно с точки зрения соблюдения требований.

### 2. Система управления обучением (TMS) — расширенные административные функции

TMS — это специализированный тип программного обеспечения для управления процессами обучения

под руководством инструктора, который в основном используется предприятиями. В отличие от LMS, ориентированных на учащихся (сотрудников), TMS ориентированы на администраторов и организационные действия, которые выполняются до начала какого-либо занятия. В целом это можно сравнить с системой CRM.

Основные функции TMS могут включать в себя:

- управление планами сессий
- составление бюджета
- логистика и управление ресурсами
- управление бронированием
- создание отчетов для бизнес-аналитики

### 3. Таблицы Excel и Google — недорогие обходные пути

Развертывание полноценного учебного портала может стоить немалых денег, поэтому не каждая компания или учебное заведение может себе это позволить сразу. Некоторым приходится ждать следующего финансового года, чтобы попытаться получить бюджет; другие просто хотели бы начать с малого, чтобы лучше увидеть свои требования к системе отслеживания. Но у каждого есть что-то общее — необходимость начать делать это прямо сейчас. Что можно сделать тогда?

Старые добрые электронные таблицы — верный способ сделать много вещей. Вы можете выбрать Microsoft Excel или Google Spreadsheets, которые, скорее всего, у вас уже есть. Функциональность двух программ схожа. В то время как Excel должен быть более мощным, Google Spreadsheets предоставляет возможности совместной работы. Если у вас есть несколько человек, которые будут записывать протоколы тренировок, лучше выбрать второй вариант.

Можно также создать шаблон электронных таблиц учебных трекеров, который мы можете использовать в качестве отправной точки. Стандартно шаблон состоит из трех вкладок:

- Журнал тренировок (служит временной панелью);
- Курсы (список учебных мероприятий или курсов);
- Ученики (список учеников).

Каждый раз, когда у вас появляется тренировка, вам нужно будет вручную вводить данные в таблицу. Кроме того, есть несколько фильтров сортировки, так что вы можете увидеть, кто уже прошел определенный курс, а кто нет. Сохранить его на свой диск или в облако.

#### Что отслеживать — показатели обучения и KPI

Мы обсудили «Как» отслеживать; теперь пришло время перейти к «Что». Тут будет даже больше вопросов чем с инструментами отслеживания, не существует универсального набора для обучения KPI. Вот три основных показателя, с которых вы, вероятно, можете начать, даже если у вас еще нет программного обеспечения для обучения сотрудников и учащихся.

#### 1. Коэффициент завершения обучения

Этот показатель показывает, сколько учеников прошли курс обучения или изучили ваш учебный контент. Есть две причины, чтобы отследить это:

— Соответствие. Для обязательного обучения соблюдению нормативных требований вам потребуется 100 % прохождения к определенному сроку. Очень важно обучить своих сотрудников и убедиться, что все отмечено и соответствует действительности, чтобы обеспечить лучшую рабочую среду и минимизировать риски для компании.

— Обязательство. Высокие показатели завершения обязательного обучения демонстрируют, что контент актуален для учащихся. Если уровень вовлеченности низкий, вам нужно выяснить, почему курс был провален. Возможно, у учащихся низкая мотивация к обучению, контент недостаточно качественный или учащиеся просто не знают, как правильно проходить обучение.

При необходимости вы также можете разбить общий коэффициент завершения на сегменты, такие как уровень завершения обучения по разделу или работе. Это поможет быстро определить, какая группа отстает и предотвратить возможные проблемы с обучением.

#### 2. Сдал / не сдал

Этот показатель в основном относится к тестам и показывает, удалось ли вашим ученикам успешно завершить обучение или нет.

Это может быть сложно. Это кажется хорошим знаком, когда все учащиеся сдают тест с первой попытки, что означает, что они были хорошо подготовлены. С другой стороны, это также может указывать на то, что тест был слишком простым, что делает его бесполезным. Напротив, внезапное появление «неудач» может указывать на то, что что-то не так и требует вашего внимания. В любом случае я советую просматривать этот показатель на большом промежутке времени.

#### 3. Результаты опроса после события

Этот показатель предназначен в большей степени для дизайнеров, инструкторов и фасилитаторов. Это позволяет вам получать отзывы пользователей о пройденном ими обучении, и, таким образом, вы сможете улучшить его.

Для базовых опросов вы можете использовать Google Forms, бесплатный сервис для построения опросов.

Более совершенное, но простое в использовании решение — QuizMaker. Оно поможет вам в кратчайшие сроки создавать интерактивные тесты, тесты и опросы с индивидуальной оценкой и переходами. Кроме того, тесты, созданные с помощью QuizMaker, можно публиковать в форматах электронного обучения, таких как SCORM, AICC, cmi5 и xAPI, так что вы можете загружать их в свою LMS (если вы их используете) и легко собирать всю статистику оценки.

Это были основные показатели, которые можно изменить, даже если вы используете только электронные таблицы. Конечно, наличие LMS значительно упрощает процесс и обеспечивает доступ к расширенным данным и отчетам.

— Понимание отчетов LMS, которые стоит посмотреть в вашей статистике электронного обучения

— Метрики обучения: как измерить эффективность электронного обучения

— Как измерить рентабельность инвестиций в электронное обучение: от смайлов до цифр

#### Подведение итогов

Отслеживание обучения учеников и сотрудников необходимо, чтобы убедиться, что персонал усваивает новую

информацию и получает новые знания и навыки, которые в дальнейшем будут полезны как в учебном заведении, так и в компании. Это может избавить вас от головной боли в любых вопросах, связанных с соблюдением и регламентом получения квалификации. Нужно правильно оценивать качество и полученные знания в процессе обучения, так как это поможет сохранить деньги и время.

#### Литература:

1. Mei, K. L. Research-practice Partnerships for School Improvement: The Learning Schools Model / K. L. Mei, McNaughton Stuart, Jesson Rebecca, Wilson Aaron. — Grafton: Emerald Group Publishing, 2020. — 144 с.
2. Wiki [Электронный ресурс]: Система управления обучением URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Learning\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system).
3. Wiki [Электронный ресурс]: Система управления обучением URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Training\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Training_management_system).
4. Trainingorchestra [Электронный ресурс] Система управления обучением URL: <https://trainingorchestra.com/training-management-system-and-learning-management-system-differences/>
5. Managementhelp [Электронный ресурс] Оценка обучения и результатов URL: <https://managementhelp.org/training/systematic/ROI-evaluating-training.htm>

## Основные подходы к миграции схем баз данных

Данильчик Владислав Валерьевич, студент магистратуры

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск, Беларусь)

*В статье автор пытается рассказать об основных подходах к миграции схем баз данных.*

*Ключевые слова: миграция схем баз данных, идемпотентность, конвергентность.*

В настоящее время все информационные и информационно-аналитические системы не обходятся без использования баз данных. Изменения в структуре данных [1], которые отражают изменения в реальной морфологии объектов или пользовательских требований, привели к исследованию эволюции схемы и ее версионированию. Управление версиями схемы включает концепцию эволюции схемы, которая в свою очередь включает концепцию модификации или миграции схемы.

Миграция схем данных является неотъемлемой задачей при переходе от одной структуры схем данных к другой. Сложность миграции данных заключается в наличии большой разницы между текущей структурой схемы данных и новой, а также достаточно большую сложность составляет наличие существующих зависимостей между объектами. В данной магистерской диссертации исследованы принципы, которые помогают определить алгоритм действий для миграции схемы данных и ее сущностей.

У большинства подходов есть общий принцип: им необходимо основание — некоторое эталонное состояние базы данных (БД), от которого можно отталкиваться. Что из себя представляет основание — это слепок структуры базы данных [2] для версии, которая принята за базовую.

Имея основание, впоследствии всегда можно будет создать БД заново. Чтобы получить БД со структурой самой последней версии, нужно применить к этой базе данных все миграции, созданные в процессе разработки.

При разработке программного продукта и, соответственно, написании кода разработчики пользуются системами контроля версий, такими как Git или Subversion. Данные системы позволяют вести совместный процесс разработки несколькими сотрудниками, хранить только разницу между версиями кода, отслеживать и, при необходимости, возвращаться к конкретной версии исходного кода. В то же время применение систем контроля версий при работе со структурами схем данных ограничено.

Также, одной из причин миграции схем данных является наличие каких-либо аномалий либо увеличение нагрузки при анализе работы программного продукта с базой данных, т. к. быстрота работы БД напрямую зависит от ее структуры и выполненной оптимизации.

В результате в процессе развития программного продукта отследить изменения структуры данных весьма проблематично ввиду того, что DDL, язык определения схем данных, не предусматривает документирование изменения структуры на каждом шаге.

Наиболее оптимальным решением задачи миграции схем данных и является следование данным принципам: идемпотентности и конвергентности. Отличительной особенностью такого подхода является то, что скрипт, который удовлетворяет условиям принципов, описывает состояние, к которому объект должен быть приведен, а не действия, которые требуется произвести над ним.

Идемпотентность обеспечивает отсутствие изменений объекта при выполнении скрипта повторно в случае, если скрипт был выполнен успешно при первом его запуске. То есть основная идея этого подхода — написание миграционных файлов таким образом, чтобы их можно было выполнить больше одного раза. При первой попытке выполнить любую из SQL-команд, изменения будут применены; при всех последующих попытках ничего не произойдет.

Соблюдение данного принципа позволяет избежать дублирования и искажения данных. Однако, в случае невыполнения скрипта или неудачного завершения его выполнения, система, при повторном выполнении данного скрипта, будет пытаться прийти к тому состоянию, которое было задано в качестве желаемого. Такое поведение системы обусловлено принципом конвергентности, который направлен на приведение системы в нужное состояние при каждом следующем запуске одного и того же скрипта без выполнения операций, успешно выполненных ранее. Т. е. изменения, не выполненные при одной попытке, система будет пытаться выполнить еще раз при повторном запуске.

#### Основные подходы:

##### Метод инкрементных изменений:

Суть данного метода заключается в хранении всей истории изменения структуры базы данных в виде файлов-скриптов в заранее строго определенном порядке и именовании. Выполнение данных скриптов должно быть в соответствующем порядке.

Самый первый файл, который появится в папке миграции, — основание. После этого любое изменение в БД отражается в виде нового файла-миграции с именем вида [номер файла]. [версия].sql.

Помимо хранения файлов, описанных в первом методе, существует дополнительный шаг по добавлению в базу данных специальной таблицы, в которой будет храниться история всех изменений в базе данных.

После выполнения каждого файла-миграции в эту таблицу будет заноситься запись со всеми данными о миграции.

Текущую версию БД можно будет получить из записи с максимальной датой.

Завершающий штрих в этом подходе — программа/скрипт, который будет обновлять БД с текущей версии до последней.

Выполнять миграцию БД автоматически довольно просто, т. к. номер последней выполненной миграции можно получить из служебной таблицы, например, *MigrationHistory*, которая добавляется разработчиком самостоятельно для хранения списка выполненных фай-

лов-миграций (скриптов). После этого остается только применить все файлы с большими номерами. Сортировать файлы можно по номеру.

При таком подходе модуль должен выполнять задачу добавления записей о выполненных миграциях в таблицу служебную таблицу *MigrationHistory*.

Плюсы:

Быстрое и удобное выполнение миграции до последней версии;

Механизм нумерации версий. Номер текущей версии хранится прямо в БД;

Для максимального удобства нужны средства автоматизации выполнения миграций.

Минусы:

При попытке использования модуля миграции на основе существующей базы данных, однако при отсутствии служебной таблицы *MigrationHistory*, обновить базу данных до последней версии не представляется возможным, т. к. истории о выполненных файлах-миграциях, а также самих миграций нет.

В качестве дополнительных удобств, такой скрипт может уметь создавать текущую версию БД заново, сначала применяя на БД основание, а затем выполняя стандартную операцию по миграции до последней версии.

##### Метод идемпотентных изменений:

Примечание: в данном методе используется стандарт SQL-92, который включает в себя базу данных *information\_schema*, которая обеспечивает доступ к метаданным базы данных.

Метаданные представляют собой данные относительно данных, имени базы данных или таблицы, тип данных столбца или привилегии доступа. Внутри *information\_schema* имеется несколько таблиц только для чтения. Они фактически являются представлением (view), а не обычными таблицами, так как не имеется никаких файлов, связанных с ними.

В базе данных *information\_schema* существует таблица с именем *tables*, которая хранит в себе информацию об описании существующих таблиц.

Каждый пользователь MySQL имеет право обратиться к этим таблицам, но может видеть только строки в таблицах, которые соответствуют объектам, для которых пользователь имеет соответствующие привилегии доступа. В некоторых случаях, пользователи, которые имеют недостаточные привилегии, будут видеть *NULL*.

Под идемпотентностью понимается свойство объекта оставаться неизменным при повторной попытке его изменить.

Основная идея этого подхода — написание миграционных файлов таким образом, чтобы их можно было выполнить на базе данных больше одного раза. При первой попытке выполнить любую из SQL-команд, изменения будут применены; при всех последующих попытках ничего не произойдет.

Благодаря ключевой фразе *IF NOT EXISTS*, MySQL попытается создать таблицу только в том случае, если та-

блицы с таким именем еще не существует. Однако такой синтаксис доступен не во всех СУБД; к тому же, даже в MySQL его можно использовать не для всех команд.

Полную информацию о структуре базы данных можно получить из специальных системных таблиц, находящихся в базе данных с именем *information\_schema*. Эта база данных и ее таблицы — часть стандарта SQL-92, поэтому этот способ можно использовать на любой из современных СУБД. В предыдущем примере используется таблица *information\_schema.tables* (системная таблица), в которой хранятся данные о всех таблицах. Подобным образом можно проверять существование и метаданные полей таблиц, хранимых процедур, триггеров, схем, и, фактически, любых других объектов структуры базы данных.

Плюсы:

Очень удобное выполнение миграций с любой промежуточной версии до последней — нужно всего лишь выполнить на базе данных один файл.

Минусы:

Потенциально возможны ситуации, в которых будут теряться данные, за этим придется следить. Примером может служить удаление таблицы, и затем создание другой таблицы с тем же именем. Если при удалении про-

верить только имя, то обе операции (удаление и создание) будут происходить каждый раз при выполнении скрипта, несмотря на то, что когда-то уже выполнялись;

Для того, чтобы изменения были идемпотентными, нужно потратить больше времени (и кода) на их написание.

Благодаря тому, что обновить базу данных до последней версии очень просто, и делать это можно вручную, этот метод показывает себя в выгодном свете в том случае, если есть много серверов, которые доступны для конечных пользователей и их нужно часто обновлять.

#### Выводы:

Сравнив данные подходы, можно сделать вывод, что больше всего плюсов имеет подход на основе инкрементных изменений. Используя репозиторий, можно решить несколько минусов данного подхода. Например, при переименовании скрипта с существующим именем разработчик будет об этом уведомлен. С помощью ветвлений можно решить задачу по обновлению разных рабочих БД, используя различные наборы скриптов для каждого ветвления. Пропадает строгая структура хранения каталога со скриптами. Разработчик делает удобную структуру для себя. Хранение скриптов возможно в удаленном репозитории.

Литература:

1. Версионирование структуры БД с помощью Liquibase [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://easy-code.ru/lesson/database-versioning-liquibase>
2. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных. — 8-е изд. — М.: «Вильямс», 2006. — 1328 с.

## Система электронного документооборота

Жамиев Абилхаир Арманович, студент магистратуры  
Международный университет информационных технологий (г. Алматы, Казахстан)

*Рост производительности, а также снижение эксплуатационных расходов в компании могут быть достигнуты путем принятия решений по внедрению системы электронного документооборота. Такая система позволит осуществлять управление и структурированную и эффективную передачу информации внутри организации.*

**Ключевые слова:** система электронного документооборота, электронные ресурсы, бумажный носитель, топ менеджмент, глобальная система информации.

### Информационная система

Топ менеджмент может воздействовать на любой тип организации, компании или корпорации до тех пор, пока не будут установлены элементы, обеспечивающие хорошее общение. Это происходит с помощью системы принятия решений, так что люди, работающие в таких учреждениях, становятся частью организационной культуры и системы. Информационный поток и определение информационного содержания образуют информационную систему, которую можно рассматривать как один из важнейших компонентов управления корпорацией.

Определение информационной системы тесно связано с системным представлением об организации, которое считается интегрированным и сложным процессом, в котором данные вводятся для сбора информации. Входные данные — это данные, которыми манипулируют и преобразуют для получения информации. Результатами являются отчеты, документы, статистики или любые другие виды результатов информационной системы, необходимые для процесса принятия решений.

Информационная система состоит из: информационных ресурсов, схем и рабочих процессов, процедур

и методов обработки информации. Глобальная система информации, генерируемой, получаемой, доступной и повторно используемой в одной организации, представляет собой информационные ресурсы. Их качество обуславливает его содержание и эффективность. Рабочий процесс означает всю передаваемую и обрабатываемую информацию в течение определенного периода времени от исходного отправителя к получателю через канал. Его траектория представляет собой информационную схему. Корректировка информации для управления принятием решений осуществляется с помощью практики обработки информации ресурса, которая образует глобальную сборку сбора, записи, передачи и обработки данных. Информационная система состоит из множества рабочих процессов и множества связей между ее компонентами.

### **Электронные ресурсы**

Типичный фон, в котором организация или государственное учреждение осуществляет свою деятельность, в таких как:

- бизнес-рынок (его динамика, размеры и структура);
- конкуренция (котировка, заполненные сегменты рынка, цены, заявки, услуги);
- поставка (местоположение, условия доставки, цены);
- потребление (целевые сегменты, специфическое поведение, покупательная способность).

Это означает создание и использование информационной системы, в которой вся электронно обработанная, накопленная и передаваемая информация используется в процессе принятия решений. Таким образом, электронные ресурсы, во-первых, позволяют узнать о прошлой и настоящей ситуации и, с другой стороны, предвидеть будущую эволюцию. Они способствуют разработке и достижению целей организации, предоставляя также возможность принимать активные стратегии, которые могут повлиять на фон организации. В литературе говорится, что для коммерческой организации информационные ресурсы становятся стратегическими, позволяя рационализировать все процессы, учитывая, что легче перемещать информацию, чем товары. Надо сказать, что в коммерческой организации только накопленная информация может стать информационным ресурсом.

### **Бумажный документ**

Это важный инструмент для связи между отделами государственного учреждения или компании или между рабочими станциями. Это также важно в отношениях с третьими лицами. Бумажные документы являются доказательством, достоверностью и мерой фактов и представляют из себя:

- знание экономических, финансовых, юридических и административных явлений и процессов;
- адекватное измерение размера обязательств, оцениваемых в деньгах;
- унитарное обоснование особенностей структуры, которые имеют смысл и значение для сравнения времени и пространства, когда это необходимо;

— фон возможностей для контроля деятельности, измерения риска, последствий и решений относительно планирования ресурсов в эффективных и действенных условиях.

Наличие, перемещение, конверсия и результаты адекватного планирования ресурсов предполагают наличие фактов и доказательств с использованием документов, пояснительных записок или реестров. Таким образом, документ приобретает особое значение благодаря своим функциям: письменному учету, объяснению, проверке и контролю, целостности, целостности и системной обработке, оценке, контролю затрат, оказанию помощи в принятии решений, реализации политики, сертификации и публикации информации, доказательству, передаче информации, классификации, и историческое архивирование.

Правильное выполнение функций документа обусловлено надлежащим качеством используемых документов, быстротой исполнения и скоростью передачи информации между производителем и конечным пользователем. Внутренние или внешние документы попадают в информационный рабочий процесс государственного или хозяйственного субъекта, и для этого требуется внимательный надзор и строгий контроль. Таким образом, документы позволяют быстро принимать решения от уровня персонала до более низких уровней. Решения важны, независимо от того, как организованы электронные или классические документы, желателен внутренний мониторинг информационного процесса.

### **Электронный документ**

Электронные документы показывают буквы, цифры или любые другие понятные символы, которые должны быть прочитаны программным обеспечением или подобным процессом. Несомненно, электронный документ — это социальная реальность, но для того, чтобы стать юридической, он должен содержать те же функции, что и бумажные документы. Таким образом, электронный документ должен подтверждать по своему содержанию соответствующие действия и факты в юридическом смысле, и требуется четкое представление формы.

Наиболее важной особенностью электронного документа является его юридический аспект в качестве доказательства в правосудии, когда известно, что стороны не заинтересованы в обсуждении содержания, но условия его проверки: аутентификация, подпись, дата, компетенция лица, которое создал документ. Электронный документ, который содержит, приложил или ассоциировал расширенную электронную подпись на основе неподтвержденного квалифицированного сертификата, сопоставляется с зарегистрированным документом частной подписи.

### **Система электронного документооборота**

Управление документами подразумевает наличие программного обеспечения, которое позволяет распространять (для информирования, утверждения или модификации), хранить и извлекать документы в любом электронном формате (включая классические документы,

преобразованные в электронный формат) с возможностью подключения к другим компьютерным системам или электронным устройствам по факсу или по сканеру).

Архивирование документов, классических или электронных, является обязательным требованием для всех компаний и определяется конкретной деятельностью, потоком и объемом документов. Это становится проблемой при расширении бизнеса фирмы, увеличении коммерческих сделок или после периода эксплуатации. Поскольку при подаче документов используется обычно бумажные носители, для последующей идентификации медленных и временных затрат на извлечение документов требуется больший упор на электронные приложения, с помощью ко-

торых документы могут храниться на выделенном сервере, или путем резервного копирования на различные электронные носители. (Flash drive, HDD) время от времени.

Таким образом, чтобы противостоять вызовам растущей конкуренции со стороны любого участника экономической жизни, необходимо искать новые решения для получения любого вида информации. Текущая информация в настоящее время вседоступна из-за эволюции информационных технологий. Внедрение системы электронного документооборота от компаний требует значительных усилий при приобретении серверов и программ, но эти усилия оправдывают себя за счет повышения эффективности компании.

#### Литература:

1. Маслова, А. В. Роль системы электронного документооборота в автоматизации бизнес-процессов компании. Эффективность автоматизации документооборота / А. В. Маслова. — Текст: непосредственный, электронный // Молодой ученый. — 2017. — № 7 (141). — с. 265–267. — URL: <https://moluch.ru/archive/141/39829/> (дата обращения: 25.04.2020)
2. Группа ИРМ. URL: <http://www.mdi.ru/press-tsentr/articles/el-docs/managment-buisness-processes/kratko-o-rol-i-informatsionnyh-sistem-upravleniya-biznes-protsessami>
3. Группа ИРМ. URL: <http://www.mdi.ru/press-tsentr/articles/el-docs/managment-buisness-processes/pochemu-kompanii-nuzhdayutsya-v-avtomatizaczii-elektronnogo-dokumentoooborota>
4. Группа ИРМ. URL: <http://www.mdi.ru/press-tsentr/articles/el-docs/managment-buisness-processes/kak-povyisit-effektivnost-upravleniya-dokumentoooborotom-organizaczii>
5. Interface.ru. Internet and Software company. URL: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=637>
6. Studfiles.net. URL: <https://studfile.net/preview/4342711/page:9/>
7. Предмет исследования. Цели и причины развития электронного документооборота на предприятии. URL: [https://studbooks.net/2039208/informatika/predmet\\_issledovaniya\\_tseli\\_prichiny\\_razvitiya\\_elektronnogo\\_dokumentoooborota\\_predpriyatii](https://studbooks.net/2039208/informatika/predmet_issledovaniya_tseli_prichiny_razvitiya_elektronnogo_dokumentoooborota_predpriyatii)

## Сущность и усовершенствование концепции искусственного интеллекта

Киличова Орзигул Зафаровна, студент;

Маматова Маржона Олим кизи, студент;

Пошходжаева Дилдора Джабборовна, старший преподаватель

Самаркандский институт экономики и сервиса (Узбекистан)

*В данной статье описывается история, основы, цели и сущность концепции искусственного интеллекта (Artificial Thinking). Даны и проанализированы определения понятия искусственного интеллекта.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект, искусственный интеллект, мышление, интеллект, разум, выгода, избрание, развитие.*

**П**режде всего следует отметить, что любой прогресс в развитии науки должен служить облегчению жизни человечества, решению его проблем, хотя бы частично. И так и происходит: на протяжении многих лет, от отправки информации на Землю независимо от космоса, до естественных и созданных человеком мест, недоступных для людей, хирурги смогли изучить каждую деталь, даже самую крошечную ткань, которую не видят глаза и пальцы. В этом помогают различные роботы, машины

и оборудование, снабженное в большей или меньшей степени искусственным интеллектом. Такие «железные люди», изначально разработанные, чтобы помочь зонам обслуживания, больным и одиноким пожилым людям, кажутся год от года все лучше и лучше, готовыми спорить с человечеством в их мышлении. Другими словами, человеческая раса, которая когда-то мечтала летать на своих собственных крыльях, теперь пытается «вдохнуть жизнь» в железо.

Первые работы в области искусственного мышления начались в середине прошлого века. Хотя некоторые идеи были даны средневековыми математиками и философами, английский математик и криптограф Алан Тьюринг (1912–1954) стал родоначальником исследований в этой области. В частности, еще в начале двадцатого века было представлено механическое устройство, способное решать шахматные задачи. Но формирование этого направления в его нынешнем виде восходит к середине прошлого века. Исследования искусственного мышления, прежде всего человеческой природы, способов понимания окружающей среды, возможности мыслительного процесса и других областей, увидели свет. Именно в это время появились первые компьютеры и алгоритмы. Это заложило основу для нового направления исследований. [1]

Как уже упоминалось, серьезные дебаты об искусственном интеллекте начинаются с появлением первых компьютеров. Но если мы посмотрим глубже, то попытки решения интеллектуальных задач объектами, отличными от человека, начались гораздо раньше — во времена Паскаля и Лейбница. Например, Лейбниц посетил известного голландского ученого Хугенса в 1672 году и увидел, что большую часть его повестки дня занимала практика выполнения сложных вычислений вручную, что относилось только к математическому аспекту научных исследований. Лейбниц жаловался Хугенсу: «Он не достоин таких замечательных людей; он делает вычисления сам, как рабы, которых можно доверить другим, например, с помощью машины»... Примечание: Лейбниц использовал фразу «как рабы». Он долго думал, что сложные математические вычислительные операции можно поручить машине, не тратя драгоценного времени ученого, и что необходимо было обратить внимание ученого на другие, более насущные проблемы науки. Вскоре Лейбниц разработал свой собственный механический калькулятор под названием «арифмометр» в 1694 году и передал его научному сообществу. Таким образом, машины Паскаля и Лейбница вошли в историю как первые искусственные средства, способные решать по существу интеллектуальные проблемы. Но их нельзя было назвать машинами с искусственным интеллектом. Потому что они могли делать только простейшую арифметику. Но в любом случае были сделаны первые шаги, чтобы передать интеллектуальные проблемы, которые человек до сих пор без исключения полагался исключительно на свое сознание, знания и мышление, кому-то еще — машине. [2]

В 1960-х годах Министерство обороны США проявило интерес к этой области: военные США начали обучать

компьютеры для имитации умственной деятельности человека. Например, Агентство перспективных исследовательских проектов (DARPA) Министерства обороны завершило ряд проектов виртуальных карт улиц в 1970-х годах. А экспертам DARPA удалось создать умных личных помощников в 2003 году, задолго до появления Siri, Alexa и Cortana. [3]

Итак, что такое термин искусственный интеллект и как он понимается?

*Искусственный интеллект* — это особенность автоматизированных и автоматизируемых систем, которые *объединяют* определенные функции человеческого интеллекта. Искусственный интеллект представляет собой относительно стабильные умственные способности человека, такие как способность получать информацию и использовать ее для решения определенных проблем. [1]

*Искусственный интеллект* — это свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются волей человека; наука и технология создания умных машин, особенно умных компьютерных программ. ИИ связан с аналогичной задачей использования компьютеров для понимания человеческого интеллекта, но это не обязательно ограничивается биологически обоснованными методами. [4]

Проще говоря, *искусственный интеллект* — это система или машина, которая имитирует поведение человека для выполнения задач и постепенно учится использовать собранную информацию. [5]

Искусственный интеллект — это область языка, обучения, рассуждения, решения проблем и т. Д., Которая занимается развитием интеллектуальных компьютерных систем, то есть навыков, которые традиционно связаны с человеческим разумом. [6]

Искусственный интеллект — это не формат или функция, это способность мыслить и анализировать процессы и данные. Слово «искусственный интеллект» относится к интеллектуальным человекоподобным роботам, которые многие пытаются завоевать мир. Однако ИИ не предназначен для замены людей. Его цель — расширить человеческие навыки и возможности. То, что делает его ценным бизнес-ресурсом. Любое изобретение должно служить интересам людей, и никакое изобретение не должно противопоставляться его изобретателю.

Однако любое изобретение является совершенным, но каждое совершенное изобретение создано человеком, поэтому ни одна технология не является совершенной в человеке.

#### Литература:

1. <http://hozir.org/mavzu-4-axborot-tizimlari-haqida-tushuncha-bilimlar-ombori-sun.html>
2. [https://www.orbita.uz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=629:suniy-intellekt-fikrlayan-mashinalar-ongli-robots-abqida&catid=49:bu-qanday-ishlaydi&Itemid=71](https://www.orbita.uz/index.php?option=com_content&view=article&id=629:suniy-intellekt-fikrlayan-mashinalar-ongli-robots-abqida&catid=49:bu-qanday-ishlaydi&Itemid=71)
3. [https://www.sas.com/ru\\_ru/insights/articles/analytics/what-is-artificial-intelligence.html](https://www.sas.com/ru_ru/insights/articles/analytics/what-is-artificial-intelligence.html)
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

5. <https://www.oracle.com/ru/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>
6. <http://www.tadviser.ru/index.php/%>

## Автоматизированная система краудсорсинга данных

Кудин Никита Игоревич, студент магистратуры

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (г. Минск)

*В статье авторы рассказывают преимущества использования систем краудсорсинга для поиска идей сотрудников.*

*Ключевые слова: краудсорсинг, идеи, компания, инновации.*

В настоящее время системы краудсорсинга активно развиваются, поскольку данный способ сбора информации является эффективным как для рынка Западной Европы, так и для стран СНГ. Данный подход открывает много возможностей для создания уникального сервиса обработки данных, основанных на запросах пользователя.

Современные технологии развиваются ежедневно с высокой скоростью. Одной из проблем, которую приходится решать компаниям в различных сферах, является поиск инновационных идей для дальнейшего развития [1].

Как правило, крупные компании используют высококвалифицированных сотрудников для решения данной проблемы. Но, к сожалению, небольшие компании, как правило, имеют ограниченный бюджет, тем самым не могут себе позволить реализацию инновационных задач в достаточном объеме.

Примером больших компаний, которые находятся в постоянном поиске улучшений условий бизнеса, могут служить British Gas, British Airways, Virgin Trains и другие. Такие крупные «игроки» всегда заботятся о перспективности предлагаемого решения и скорости воплощения идеи в жизнь, так как реализация какого-либо проекта должна выполняться в такие сроки, чтобы идея сохранила свою актуальность [2].

В качестве решения данной проблемы предлагается использование высоконагруженных систем краудсорсинга, которые позволяют в краткие сроки производить анализ профессиональной активности работников компании и выявлять наиболее перспективные идеи для поставленной задачи. Кроме того, данные системы могут организовать отклик сотрудников на проблемные места компании, уменьшить расходы на высококвалифицированные кадры, исключить необходимость постоянного аудита ключевых отделов компании. Такие системы в режиме реального времени дают возможность производить синхронизацию с открытыми источниками данных (например, корпоративные социальные сети). Собрав пакет данных, можно выполнить анализ эффективности работы компании и определить ее слабые звенья [3].

На рисунке 1 представлена схема стандартного процесса краудсорсинга идей.

Примером системы краудсорсинга является Yahoo!Answers [4]. Сервис вопросов и ответов Yahoo!Answers запущен еще в 2005 году. Благодаря сервису любой пользователь может создать вопрос, а все добровольцы из сообщества, у которых есть несколько баллов за предыдущую активность, — попытаться ответить на него. Если хотя бы один из ответов помог решить проблему, пользователь, задававший вопрос, может отметить его как лучший и присвоить ему оценку, которая повышает авторитет пользователя. Большая англоязычная аудитория данного сервиса делает его перспективным для монетизации сервиса.

Предлагаемая нами автоматизированная система краудсорсинга данных предполагает собой абстракцию между источниками данных и непосредственно системой анализа данных. Таким образом, пользователь системы может самостоятельно выбрать необходимые ему источники данных, которые должны быть проанализированы. В свою очередь, система выполняет анализ и отображение данных в виде графиков. Данный способ визуализации помогает пользователям ускорить процесс определения тенденций в источниках данных. Также в системе предусмотрена агрегация данных из разных областей, что поможет определять общий вектор направленности данных.

Особенностью решения является глубокая интеграция сервисов с корпоративными социальными сетями, с помощью которого пользователи смогут решать поставленные задачи. Используя данный подход, целевая аудитория будет расширена многократно.

Алгоритм работы синхронизации является одной из ключевых частей программного продукта. В самом начале работы алгоритма система выбирает все доступные и активные компании в системе. Затем синхронизатор производит подключение к источнику данных (например Yammer). Следующим этапом является постраничная обработка данных в соответствии с настройками компании. Тут же будет работать проверка на дубликаты идей. После того, как идея была получена, будет произведена проверка по таким параметрам как:

- тип рабочей сети;
- группа идеи;
- тема идеи;

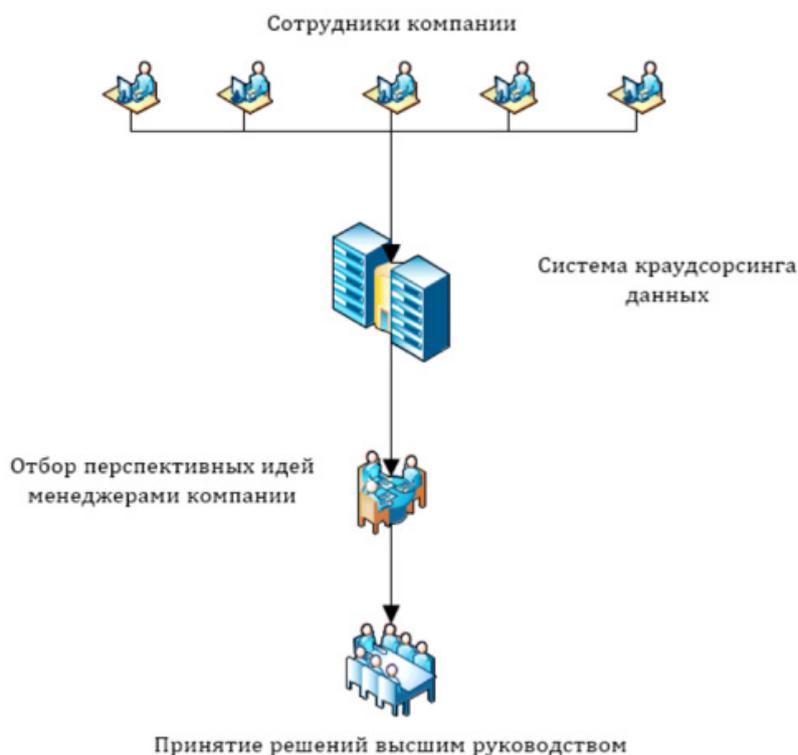


Рис. 1. Схема процесса краудсорсинга идей

— дата создания.

Если идея будет удовлетворять всем параметрам — идея будет сохранена в базе данных, иначе будет произведен переход к следующей идее в очереди. Когда очередь станет пустой, механизм синхронизации закончит свою работу. Разработанный алгоритм представляет собой агрегацию более низкоуровневых алгоритмов, которые применяются для сбора данных в зависимости от источника. Например, каждая корпоративная социальная сеть или же мессенджер, имеют свой API, в котором модели данных различаются. Сложность задачи состоит в том, чтобы произвести агрегацию данных и представить данные в едином виде.

Передовыми технологиями в данной области являются сверхпроизводительные сервисы Azure [5], служащие для распределения нагрузки в системе. Так, для анализа данных имеет смысл использовать Text Analysis — сервис Azure для качественной оценки данных. Также данный сервис позволяет выделить ключевые слова для каждой выделенной сущности. Полученные данные могут быть использованы при осуществлении аналитики данных.

#### Литература:

1. Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business — Jeff Howe, 2014.
2. Тапскотт Д, Энтони Д. Уильямс. Викиномика. Как массовое сотрудничество изменяет все/Тапскотт Д, Энтони Д. Уильямс. — BestBusinessBooks. — 2009. — 223 с.
3. Crowdsourcing for Dummies — David Alan Grig, 2013.

Кроме того, для области синхронизации с источниками данных актуально применение микро-сервисной архитектуры с элементами событийно-ориентированной модели для максимальной оптимизации приложения. Данная оптимизация касается как скорости работы системы, так и объемов потребляемых ресурсов. К примеру, использование Azure Service Bus позволяет воспользоваться отложенным выполнением задач в системе, а также построить максимально гибкую систему обработки информации. Кроме того, шина сообщений позволяет создать систему с поддержкой распределенной нагрузки, которая будет возникать в случае большого количества данных в источниках.

Таким образом, решение проблемы оценки степени инновационности идей можно выполнить с помощью современных технологий. Предлагаемая автоматизированная программная система краудсорсинга идей облегчит поиск перспективных направлений развития компании, аудит рабочих процессов в отделах, а также будет способствовать вовлеченности сотрудников в процесс продвижения компании на рынке конкурентов.

4. Краудсорсинг: основные площадки [Электронный ресурс]. — <http://www.towave.ru/pub/kraudsorsing-osnovnyeploshchadki-v-rossii-i-ikh-analogi-na-zapade.html> Дата доступа: 05.04.2017.
5. Azure [Электронный ресурс]. — <https://azure.microsoft.com/en-us/services/> Дата доступа: 05.04.2017.

## Разработка информационной системы принятия решения интернет-магазина на основе ситуационного анализа

Лыгина Нина Ивановна, кандидат педагогических наук, доцент;  
Окшин Тихон Николаевич, студент магистратуры  
Новосибирский государственный технический университет

*В статье приведены результаты построения информационной системы поддержки процесса принятия решения на основе ситуационного анализа в слабоструктурированном объекте исследования интернет-магазине. Даны примеры анализа бизнес-процессов в объекте исследования на трех уровнях декомпозиции, описаны основные режимы работы информационной системы, показаны образцы интерфейса программно реализованной информационной системы в процессе принятия решения конкретных проблемных ситуаций. Сделаны выводы об эффективности использования ситуационного анализа в поддержке процесса принятия решения в слабо структурированных объектах.*

**Ключевые слова:** ситуационный анализ, информационная система, принятие решения, слабоструктурированные системы, интернет-магазин

**Keywords:** situation analysis, information system, decision-making, weakly structured systems, online store

Развитие современного информационного общества предъявляет значительные требования к автоматизированным информационным системам, которые становятся реальным активом, неотъемлемой частью и залогом нормального функционирования организаций [1]. Разработка и внедрение автоматизированных информационных систем становится все более сложной задачей, что связано с применением современных способов разработки и необходимостью соблюдения требований по защите информации.

Ситуационный анализ в противоположность технологиям стратегического управления исходит из конкретных ситуаций, проблем, возникающих в реальной деятельности организации, по которым должно быть принято управленческое решение [2]. Однако технологии ситуационного анализа позволяют не ограничиваться принятием управленческих решений в конкретной управленческой ситуации. Они позволяют, основываясь на более глубоком анализе ситуаций, установлении тенденций, закономерностей и факторов, определяющих их развитие, более обоснованно принимать долговременные управленческие решения вплоть до корректировки стратегических целей организации [3].

Ситуационное управление позволяет преодолеть трудности управления слабоструктурированными объектами путем использования профессионального опыта и знаний, накопленных в конкретной предметной области. Идеологическую основу ситуационного управления составляют психологические предпосылки, в частности, «гипотеза профессиональной активности» Т. Парсонса, «психоло-

гическая теория эталонов» [4], «модельная теория» решателей.

Методология ситуационного управления тесно связана с активно ведущимися в последнее время поисками способов управления, опирающихся на аппарат логики и эвристики, а не на традиционные математические методы [5].

Чтобы разработать проект по автоматизации процесса принятия решений для реального объекта, а именно, компьютерного Интернет-магазина, было решено применить к исследованию процессов функционирования Интернет-магазина ситуационный анализ как частный случай системного анализа [6]. В процессе функционирования Интернет-магазина наблюдается постоянное изменение условий и приоритетов решаемых им задач, а также принципиальная нечеткость, а значит, слабая структурированность этих задач.

Применение метода ситуационного анализа к объекту исследования начинается с изучения и анализа бизнес-процессов деятельности Интернет-магазина и установления их структурных связей. Описание бизнес-процессов в данной работе представляется в формате ERWin-диаграмм, которые имеют несколько уровней вложенности

Основные процедуры объекта исследования, выявленные в ходе декомпозиции процесса функционирования Интернет-магазина, представлены на рис. 1.

Входящие потоки в системе управления электронной торговли включают:

— заявки клиентов, поданные через сайт Интернет-магазина, на приобретение товаров (напольных покрытий);

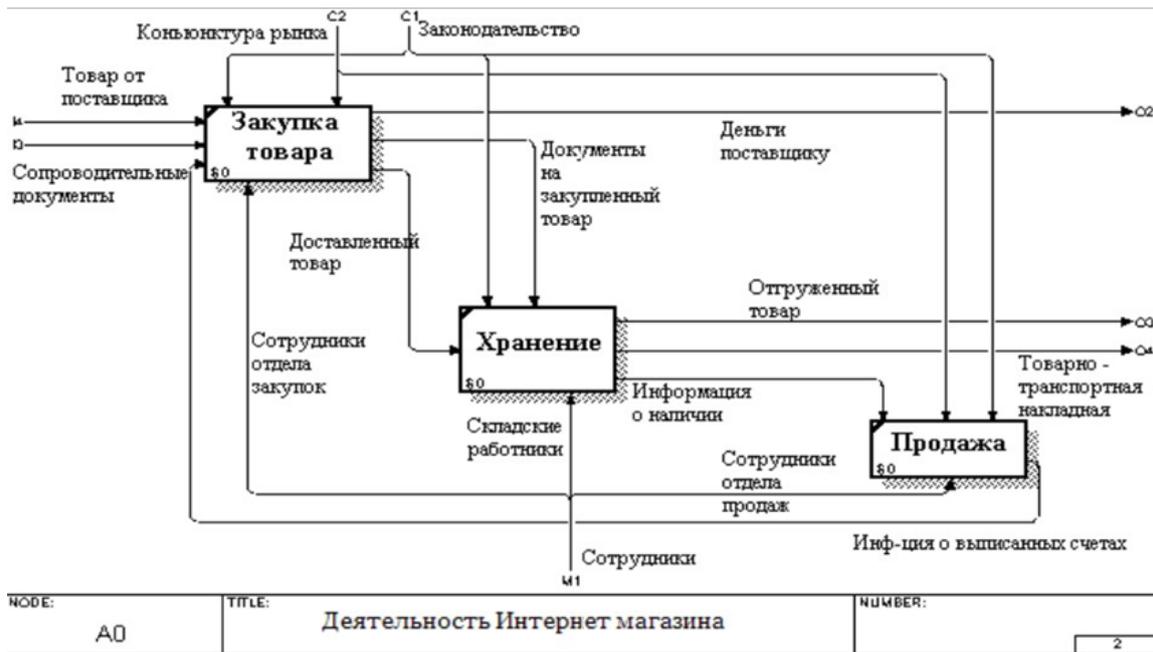


Рис. 1. Декомпозиция бизнес-процесса

- договоры с платежными системами на проведение платежей;
- прайс-листы фирм-поставщиков на полных покрытий.

- Результирующие потоки включают:
- реализованную продукцию;
  - сформированную отчетность.
- На рис. 2 приведена диаграмма декомпозиции основного процесса.

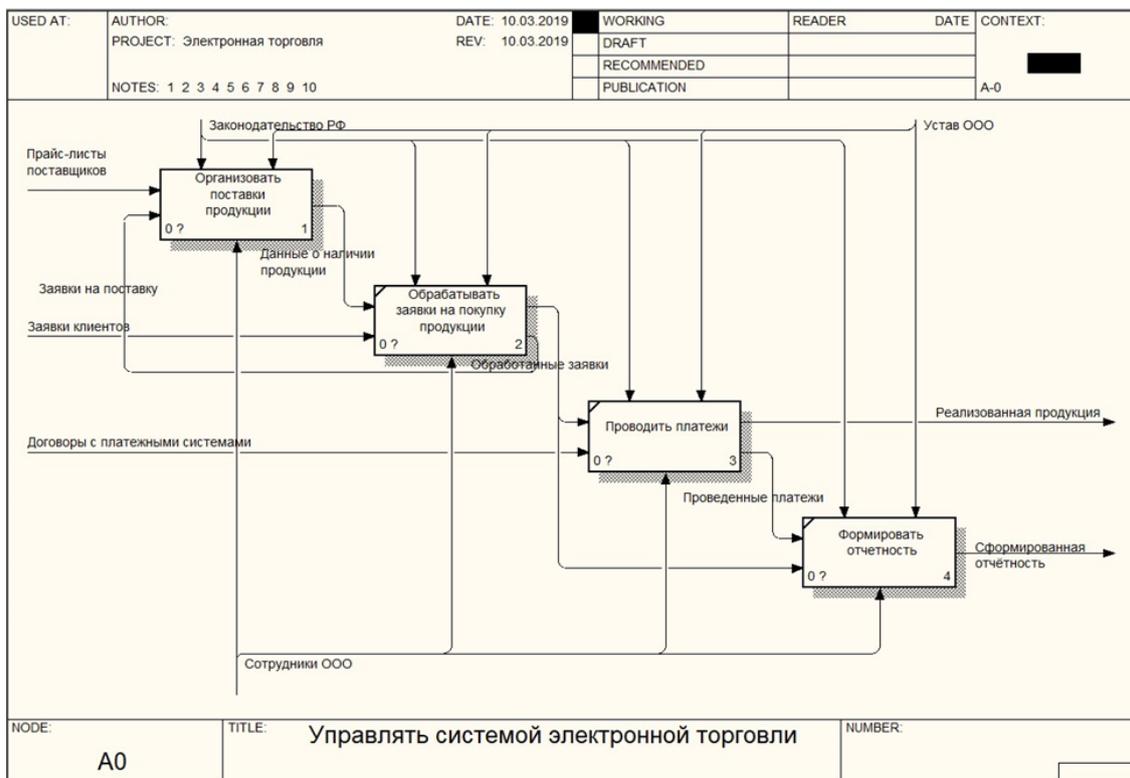


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции управления системой электронной торговли

Как показано на рисунке 2, основной бизнес-процесс управления системой электронной торговли включает:

- организацию поставок продукции (наполных покрытий);
- обработку заявок клиентов на приобретение продукции, поданных через сайт Интернет-магазина;

- проведение платежей;
- формирование отчётности.

На рис. 3 в качестве примера приведена диаграмма организации поставки продукции.

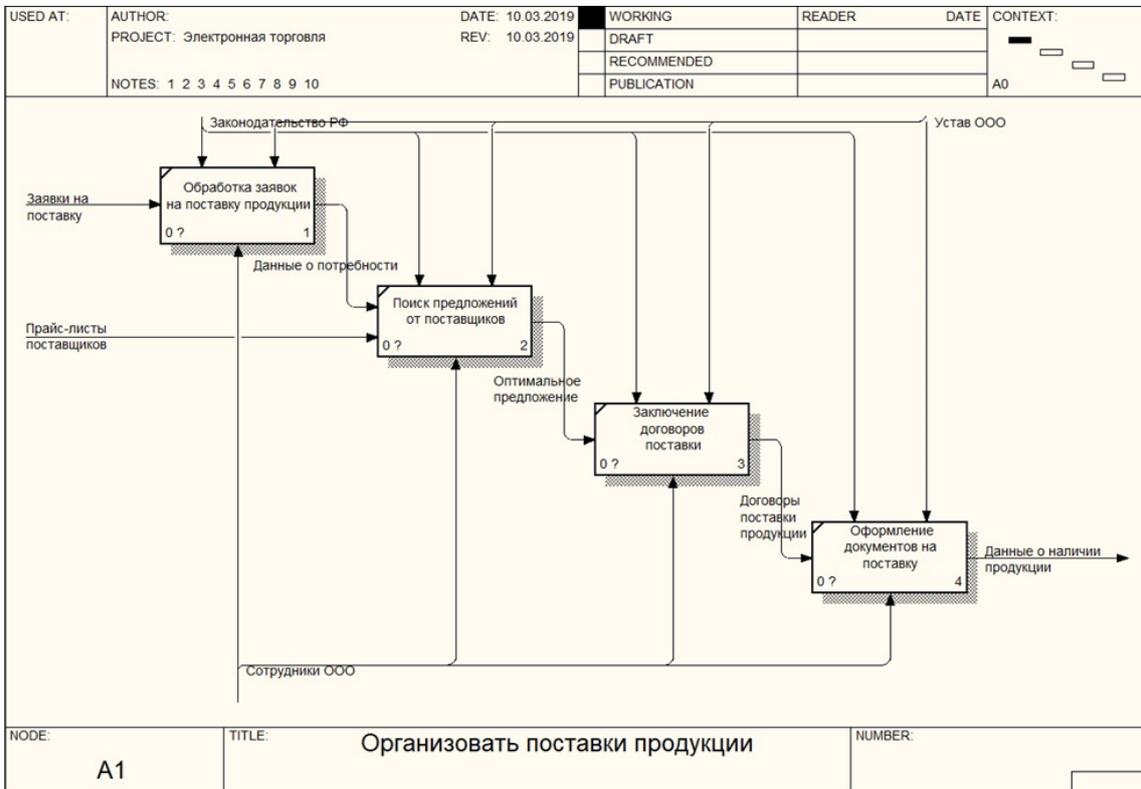


Рис. 3. Диаграмма организации поставки продукции

Как показано на рис. 3, организация поставки продукции на склад производится на основании заявки, поступившей от отдела реализации. Отдел снабжения проводит анализ предложений от поставщиков, далее выбирает оптимальное предложение по цене, согласовывает условия доставки товара, заключает договор поставки и оформляет документы на поставку продукции.

На рис. 4 приведена древовидная структура бизнес-процесса управления электронной торговлей.

Всего на каждом из трех уровней декомпозиции процесса функционирования объекта исследования было выделено от пяти до шести бизнес-процессов.

В ходе анализа бизнес-процесса управления системой электронной торговли было показано, что существующая технология не позволяет проводить выработку оптимальной политики взаимодействия с платежными системами в части учета комиссионных сборов за проведение платежей. Анализ клиентской базы также выявил неэффективность использования имеющейся информации о постоянных клиентах вследствие отсутствия анализа клиентской базы на предмет возможности удержания клиентов. Невозможность формирования сводной отчетности по поставщикам в контексте соотношения

цены и качества поставляемой продукции приводит к издержкам, связанным с возвратом продукции из-за ненадлежащего ее качества. Таким образом, внедрение информационной системы, позволяющей принимать удовлетворительные для организации решения при возникновении проблемных событий на основе ситуационного анализа и формировать аналитическую отчетность, позволит повысить эффективность бизнес-процессов объекта исследования.

В рамках ситуационного анализа разрабатываются различные алгоритмы принятия решения, в том числе для классификации проблемных ситуаций. Также в ходе анализа были выделены два основных режима принятия решений сотрудником и один дополнительный как вспомогательный инструмент [7].

Охарактеризуем два основных режима принятия решений:

- плановый режим (организация списка задач) — предусматривается в определенные фиксированные моменты времени, например, в начале года, месяца, каждой рабочей недели, или может инициироваться самим сотрудником в любой момент времени, при этом в каждом случае работы в этом режиме сотрудник корректирует

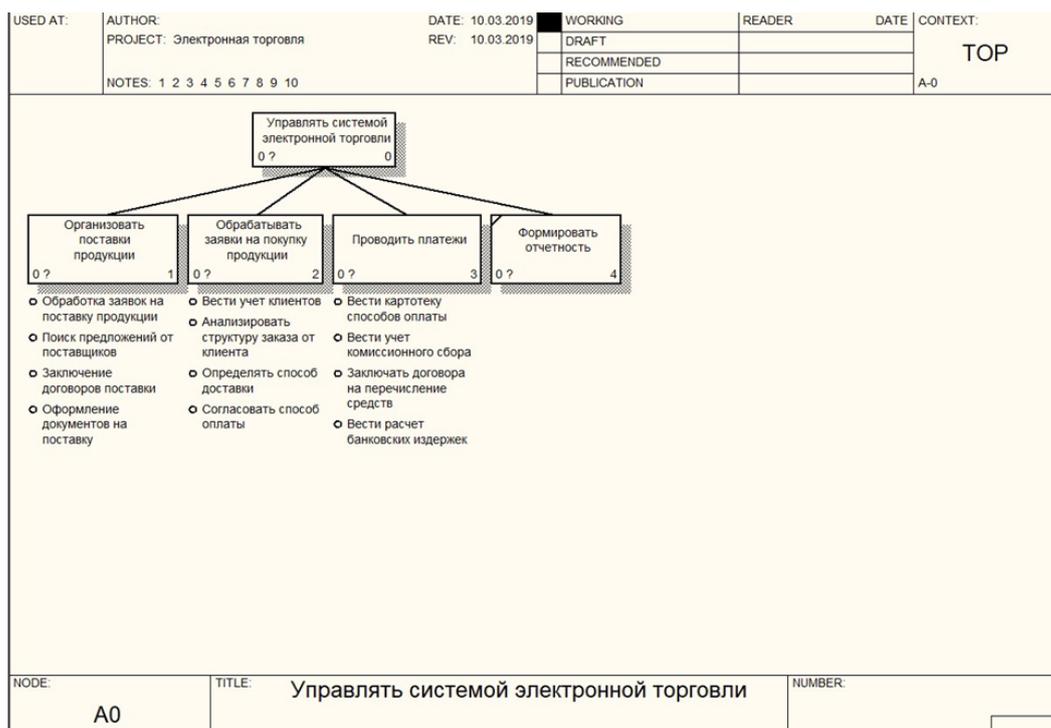


Рис. 4. Древоидная структура бизнес-процесса

список актуальных задач, расставляя приоритеты и отмечая статус выполнения задачи;

— оперативный режим (классификация ситуаций и выдача рекомендаций для ликвидации ситуации) запускается в том случае, когда происходит незапланированное событие, требующее дополнительного анализа для устранения возможных негативных последствий для организации в целом и сотрудника в частности. Этот режим связан с плановым режимом.

Обобщенное взаимодействие режимов представлено на рис. 5. В блок схеме реализована связь режима «Разработка плана продаж» с плановым режимом и планового режима с оперативным режимом.

Плановый режим начинает свою работу с проверки наступления нового временного периода, заданного в настройках системы. В первую очередь формируется новый список задач для планирования деятельности сотрудника. Плановый режим должен включать в себя все необходимые функции для работы со списками задач.

Оперативный режим по завершению классификации проблемного события с соответствующими характеристиками и определения принимаемого решения при определенных условиях переходит в плановый режим. Следует отметить, что предложенные для решения проблемы обобщенные алгоритмы можно применить к любому объекту, для которых используется метод ситуационного анализа, поскольку такие алгоритмы на верхнем уровне практически одинаковы. Отличаться будут только процессы, происходящие внутри алгоритмов, поскольку они содержат нюансы и особенные детали, характерные для конкретного объекта исследования.

Программа разработана для поддержки процесса принятия решений в деятельности организации по работе с ключевыми клиентами. Конечным пользователем программы является сотрудник организации. Программная реализация информационной системы поддержки процесса принятия решения Интернет-магазина выполнена в среде Delphi.

Для демонстрации работы системы поддержки процесса принятия решения Интернет-магазина представлены различные режимы работы.

При запуске приложения Project1.exe открывается главное окно программы «Классификация проблемных ситуаций» (рис. 6), которое содержит группу основных режимов программы.

Режим «Проблемные ситуации» предоставляет стандартный набор операций со списком проблемных ситуаций, а именно, возможность добавить, удалить, переместить вперед или назад в списке проблемную ситуацию, возникшую в объекте исследования, указать для проблемной ситуации периодичность, место возникновения, оповещаемые лица, последствия и т. д.

Режим «Поиск решения проблемной ситуации» дает возможность определить рекомендации для устранения проблемной ситуации, поставить план на определенную дату и время и найти решение для устранения проблемной ситуации.

Рекомендация по устранению проблемной ситуации предоставляется по месту возникновения ситуации и дате. Чтобы устранить возникшую ситуацию, нужно зачастую внести изменения в соответствующие сопроводительные документы. Изменения зависят от конкретных

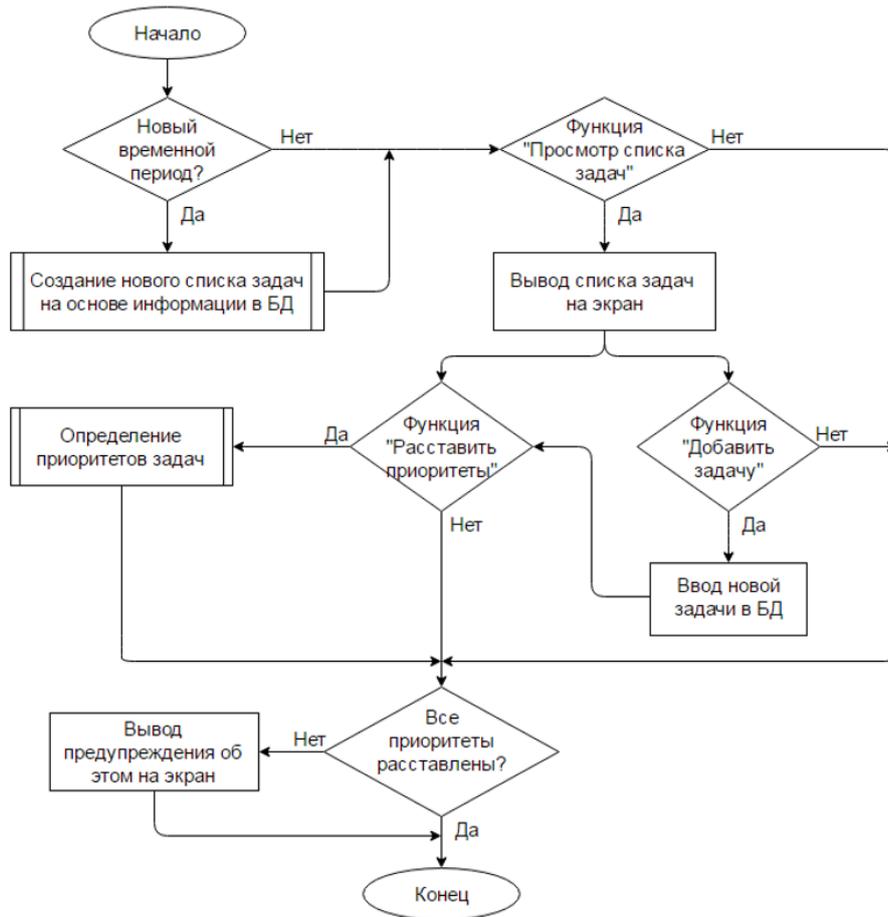


Рис. 5. Обобщенный алгоритм планового режима

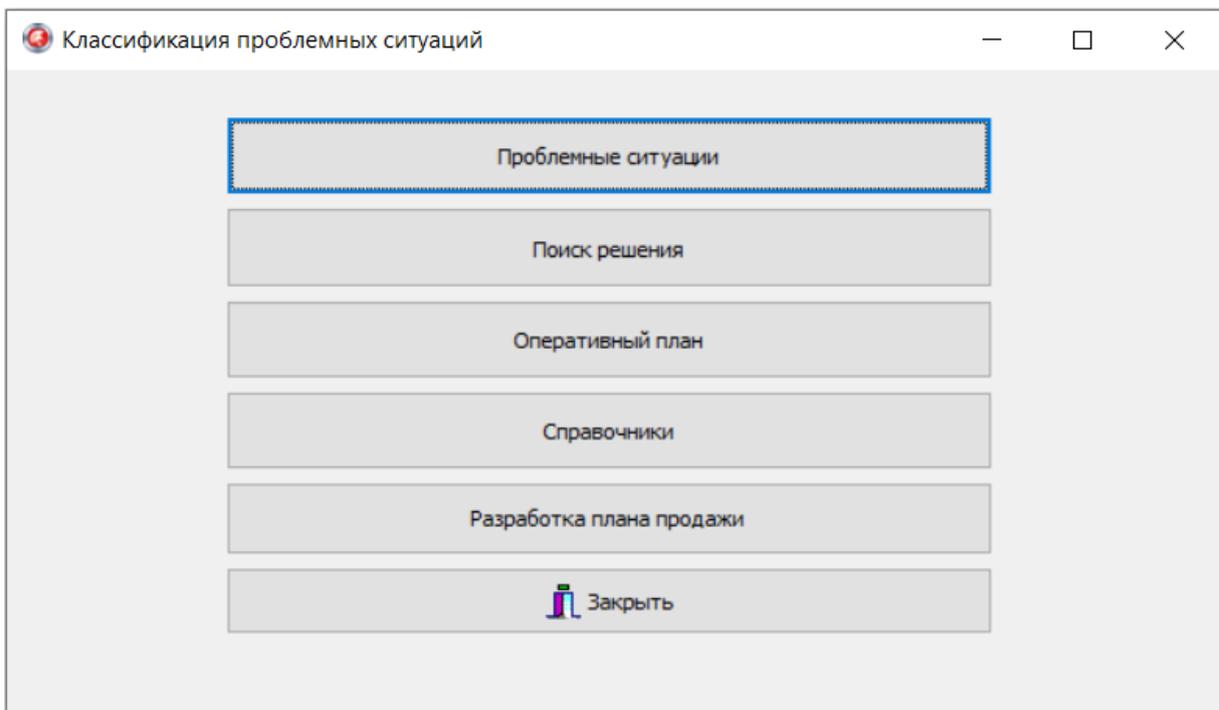


Рис. 6. Главная форма «Классификация проблемных ситуаций»

характеристик проблемной ситуации. В случае, если сотрудник не вправе изменять документ самостоятельно, он должен связаться для согласования изменений с руководством. Перечень проблем, которые сотрудник может решать самостоятельно, оговорен и занесен в информационную систему. Фактически исправлять ситуацию будет

менеджер (либо сотрудник, работающий с информационной системой).

Режим «Справочники» дает возможность в каждом справочнике (всего их пять) добавить, убрать, переместить в пределах списка, отредактировать соответствующие элементы списка. На рис. 7 в качестве примера приведено диалоговое окно справочника «Данные организации».

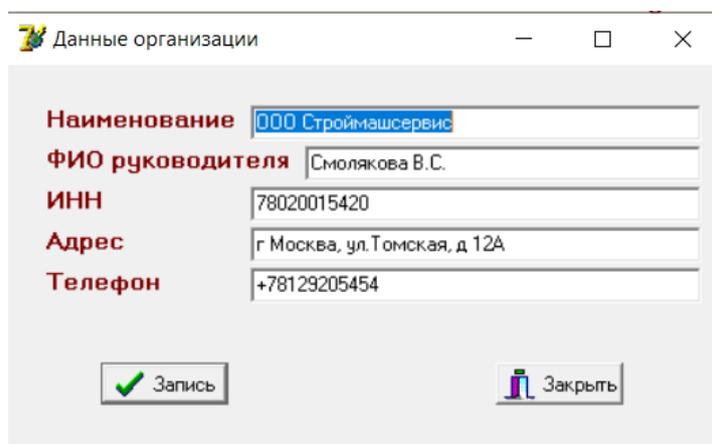


Рис. 7. Окно справочника данных организации

Рассмотрим в качестве примера одну из проблемных ситуаций, возникающих в работе сотрудника Интернет-магазина. Для работы с отгрузкой товаров клиентам

и формирования отчетных форм необходимо использовать режим «Реализация и отчетность» (рис. 8).

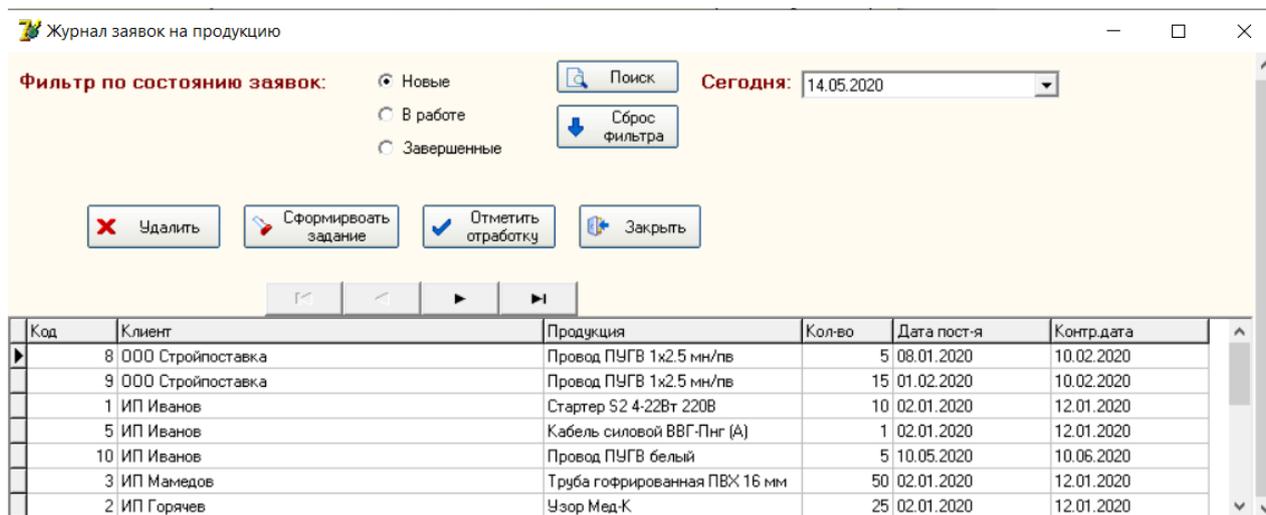


Рис. 8. Режим реализации

В журнале отображаются все заказы, отправленные поставщиком, из этого же режима производится операция реализации продукции и печать отчетных форм. На рис. 9 показано диалоговое окно «Реализация товара».

В ходе опытной эксплуатации программного продукта выявлено, что объём реализованных задач в разработанном программном обеспечении соответствует технологии работы сотрудника по сбыту и может быть принято решение о принятии разработанного программного продукта к эксплуатации.

Таким образом, спроектированная и программно реализованная информационная система для поддержки процесса принятия решения менеджером по работе с клиентами подтвердила возможность использования ситуационного анализа для поддержки процесса принятия решения специалистов, деятельность которых имеет динамический характер, быстро изменяющийся набор задач и их приоритетов.

Отличительная особенность систем ситуационного управления состоит в том, что системы этого класса

Рис. 9. Реализация товара

не могут оптимизировать сам процесс управления. Они ориентированы обычно лишь на такое управление, когда достигнутые результаты будут не хуже лучших результатов, которые можно было бы в принципе получить, используя традиционные подходы. Практика, однако, показывает, что при правильном подходе к разработке систем ситуационного управления результаты, получаемые такой информационной системой, во многих случаях оказываются лучше, принятых специалистами организаций на ос-

нове собственного опыта. В существенной степени это зависит от того, насколько тщательно и глубоко выполнен этап, связанный с построением стратегии и тактики управления, в том числе с использованием опыта специалистов. Предложенный подход создает предпосылки для формализации и, следовательно, технологизации процесса принятия решения в слабоструктурированных объектах и перехода к качественно новому уровню ситуационного управления.

## Литература:

1. Современные информационные системы: обзор и основные характеристики. — Текст: электронный // FB.ru: [сайт]. — URL: <https://fb.ru/article/448596/sovremennyye-informatsionnyie-sistemyi-obzor-i-osnovnyie-harakteristiki> (дата обращения: 21.05.2020).
2. Быть или не быть ERP? — Текст: электронный // Consulting.ru.: [сайт]. — URL: [http://consulting.ru/econs\\_art\\_922054455](http://consulting.ru/econs_art_922054455) (дата обращения: 21.05.2020).
3. Структура интернет-магазина: ключевые страницы и разделы. — Текст: электронный // Генератор продаж: [сайт]. — URL: <https://sales-generator.ru/blog/struktura-internet-magazina/> (дата обращения: 21.05.2020).
4. Синюк, В.Г. Использование информационно-аналитических технологий при принятии управленческих решений/В.Г. Синюк. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 160 с.
5. Гюльмамедов, Р. Метод построения стратегии в системах ситуационного управления/Р. Гюльмамедов. — Текст: электронный // КиберЛенинка: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-postroeniya-strategii-v-sistemah-situatsionnogo-upravleniya> (дата обращения: 21.05.2020).
6. Колесников, С. Об оценке эффективности внедрения и применения систем управления ресурсами предприятия/С. Колесников. — Текст: электронный // CITForum.ru [сайт]. — URL: <http://masters.donntu.org/2010/iem/tarashenko/library/article4.htm> (дата обращения: 21.05.2020).
7. Лыгина, Н.И. Разработка информационно-советующей системы принятия решения на основе ситуационного анализа/Н.И. Лыгина, Е.А. Четыркина. — Текст: непосредственный // Приоритетные задачи и стратегии развития технических наук. — Тольятти: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, 2017. — с. 17-25.

## Диагностика утечек памяти в Java-приложениях

Наливайко Александр Сергеевич, студент магистратуры  
Поволжский государственный университет сервиса (г. Тольятти)

*Данная статья описывает структуру хранения используемой памяти, простые способы диагностики её утечек и временные исправления их.*

*Ключевые слова:* JVM, JDK, JIT, stack, стек, heap, threads, потоки, Class Loader, загрузчик классов, Stack Overflow, frame, фрейм, компилятор.

**В** JVM есть механизм ограничения памяти. Многие разработчики, выставив необходимые параметры при запуске приложения, ожидают принудительное ограничение оперативной памяти; но приложение начинает потреблять больше, вмешивается операционная система и «убивает» приложение из-за ошибки Out Of Memory. На популярном интернет-ресурсе разработчиков StackOverflow очень много подобных вопросов [1-3].

Стандартными способами в Unix-подобных операционных системах потребление ОЗУ можно посмотреть с помощью команды:

```
$ htop -p %MEM
```

С её помощью можно увидеть 2 вида памяти:

1) Virtual — общее количество используемой задачей виртуальной памяти, включает все коды, данные, совместные библиотеки, плюс страницы, которые были перенесены в раздел подкачки, и страницы, которые были размечены, но не используются. Обычно можно не смотреть на значения данной памяти, если только операционная система не является 32-битной;

2) Resource — фактический объем памяти, не помещённого в раздел подкачки, которую в текущий момент использует процесс.

Само по себе число малоинформативно. Но есть способ посмотреть подробности, что входит в данный объем памяти. В Unix-подобных операционных системах имеется некая «карта памяти», и анализ того или иного процесса можно с помощью команды:

```
$ pmap -x <PROCESS_ID>
```

Эта команда показывает участок памяти (адрес) процесса, занимаемый объем, динамические библиотеки, а также анонимные регионы. Если размер един, например, 4 гигабайта, то это, скорее всего, Java Heap. Однако, и сама JVM может рассказать об потреблении памяти внутри.

В научной статье «Исследование процессов внутри виртуальной машины Java» [4] были подробно описаны процессы внутри JVM, и ни для кого не секрет, что на данные операции тоже требуются вычислительные ресурсы. Начиная с Java 7, появился параметр запуска Native Memory Tracking, который позволяет вывести статистику по внутреннему потреблению памяти. Но нужно иметь в виду, что данный анализ также добавляет потребление ресурсов (в официальной документации указано, что затраты по производительности могут достигать 5-10

процентов и вдобавок ко всей выделяемой памяти добавляется по 2 машинных слова на каждую локацию). Есть системная команда, позволяющая отобразить только ту память, про которую знает сама JVM. Посмотреть можно с помощью команды:

```
$ jcmd <PROCESS_ID> MV.native_memory
```

По результату будет отображено сколько всего JVM зарезервировало памяти, сколько физической памяти из зарезервированной, и все это разбито на подсистемы виртуальной машины. Под каждую подсистему дополнительно указано как он был выделен: либо напрямую операционной системой (вызовом mmap) или через стандартный системный аллокатор malloc.

Рассмотрим более подробно каждую подсистему.

### Java Heap

Под данную область есть 2 версии в листинге памяти:

- 1) То, что непосредственно относится к Heap;
- 2) То, что относится к Garbage Collector»у.

Размер Heap будет ровно столько, сколько было указано в параметре

— **Xmx**. Сборщик мусора также обрабатывает Heap, и для этого ему требуется память на его структуры; за это отвечает область Mark Bitmap (область, где хранятся достижимые объекты), и Mark Stacks (для маркировки графа). Самым ресурсозатратным процессом сборщика мусора является Remembered Sets (актуально для всех алгоритмов сборки мусора по поколениям, либо по подсистеме). Все эти структуры хранят ссылки, ряд информации о том, из каких подсистем есть в данную подсистему для поддержки инкрементальной сборки, либо сборки по поколениям. Объем данных структур может быть велик.

Стоит обратить внимание, что параметр — **Xms** задает начальный размер Heap, а не минимальный. Это не гарантирует, что Heap не может стать меньше данного значения; по умолчанию за это отвечает алгоритм динамического подбора размера в Hot Spot JVM и Heap может уменьшиться.

### Class Loading

JVM также тратит память и на загрузку классов. Под данную операцию собирается и хранится информация, после чего может предоставляться разработчику по требованию (а начиная с JDK 10 эта секция стала более понятна: теперь отображается статистика по метаданным, классам).

Metaspace — это отдельная подсистема, не относящаяся к Heap. Метаданные, возникшие в процессе загрузки классов. До JDK 7 область называлась Permgen Space, и новый метод пришел на смену, чтобы избавиться от проблемы Out Of Memory Error.

В JDK имеется стандартный оптимизатор (Compressed Tools), применимый так же и для метаданных классов; чтобы уметь адресовать ссылки на классы на 64-битных системах все 4 байтами (экономя на этом ресурсы) классы были выделены в отдельную область под названием Compressed Class Space и размер данной области не может превышать более 3 гигабайта памяти (это ограничение сделано для поддержки работы с 32-битными ОС). По умолчанию выделено 1 гигабайт. Но есть недочеты: если вдруг приложение начинает беспорядочно генерировать классы, все равно может возникнуть ошибка «Out Of Memory Error: Compressed class space».

Проверить это можно стандартными утилитами JVM машины:

— до JDK 8 включительно:

```
$ jmap — clstats <PROCESS_ID>
```

— начиная с JDK 9:

```
$ jcmd <PROCESS_ID> MV.classloader_stats
```

Есть возможность просмотра статистика по каждому классу конкретно:

```
$ jcmd <PROCESS_ID> GC.class_stats
```

Смысл в том, что по каждому классу показана сколько его байт-кода занимает в памяти, сколько аннотаций, и так далее.

Еще один из случаев, когда важно следить за размерами Metaspace; данная секция может расти неуправляемо, благо это можно отследить с помощью параметров:

```
$ — XX:+printGCDetails | — Xlog:gc+heap
```

Как устроен Metaspace? Он резервируется операционной системой большими блоками памяти, а уже размещение в страницах физической памяти происходит блоками поменьше (их называют Chunk Memory). В каждом chunk»е могут быть данные лишь одного загрузчика классов, но при этом одному загрузчику может соответствовать несколько chunk»ов. Метаданные классов выделяются блоками внутри каждого chunk»а. Загрузчик классов может «умирать» и освобождаться целиком. Значение sarasity в отчете — это и будет объем всех занятых chunk»ов на данный момент времени; свободные могут использоваться повторно.

#### Just in Time (JIT) компиляция

Помимо Heap и загрузки классов еще тратятся ресурсы на JIT-компиляцию. Главным потребителем памяти является область Code Cache — сюда складывается весь скомпилированный код. Даже если отключить компилятор, то все равно будет генерироваться виртуальный машинный код именно в данную область. Например, интерпретатор тоже генерируется в runtime и кладется в тот же самый Code Cache.

Для работы алгоритмов JDK компиляторов тоже нужна память; она выделяется на каждый поток, куда попадает

граф промежуточного представления, структуры, необходимые для алгоритмов, оптимизаторы и т.д. Надо учесть, что в современных JDK есть как минимум 2 компилятора, а это значит, что он компилирует в 2 раза больше объема. При этом есть такая эвристика, жестко зашитая в коде JDK: если у нас есть 2 компилятора, то размер Code Cache Size умножается на 5. Верно и обратное: если вдруг по какой-то причине захотим отключить один из компиляторов, то размер Code Cache Size уменьшится и станет по умолчанию 48 мегабайт, чего может не хватить. Если размер Code Cache будет слишком маленький, то могут возникать просадки в производительности.

#### Threads

Известно, что на открытие потоков также происходит потребление ресурсов; в официальной документации сказано, что если не хватает памяти, то, возможно, слишком большой стек потока (Stack Thread) или нужно уменьшить их количество. Как правило, анализ Native Memory Tracking показывает, что около 500 потоков могут занимать примерно 0,5 гигабайта памяти.

Такой объем занимаемой памяти под потоки не страшен. Дефолтный 1 мегабайт на поток не выделяется в настоящий момент времени, а лишь по мере использования. Таким образом, стеки потоков будут занимать ровно столько, сколько нужно было максимально использованному стеку. К сожалению, неизвестно никакой стандартной утилиты, которая бы позволила сказать, сколько реально потребляет физической памяти стек потока.

#### Java Stack

Возьмем для примера небольшой код (листинг 1), который считает количество вызовов, прежде чем появится ошибка StackOverflowError (при стандартном размере стека).

Листинг 1 — Код для проверки глубины вхождения Stack'a

```
package ru.tolgas.memory;
```

```
public class DemoRecursion {
    static int depth;
```

```
    public static void main (String [] args) {
        try {
            test ();
        } catch (StackOverflowError e) {
            System.out.println (depth);
        }
    }
}
```

```
static void test () {
    depth++;
    test ();
}
}
```

Результат можно увидеть на рисунке 1.

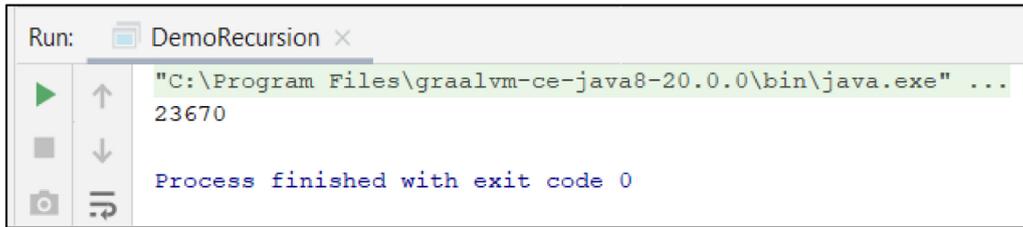


Рис. 1. Результат выполнения кода из Листинга 1 (без параметров)

На 64-битной системе с размером стека 1 Мб результат варьируется от 22 до 35 тыс. вызовов. Почему такая большая разница? Дело в JIT: методы компилируются в фоновом потоке компилятора параллельно с исполнением java-кода. После того, как метод `test` несколько раз вызывался, запускается компиляция этого метода, а в это время продолжается исполнение в интерпретаторе. Как только компилятор закончит свою работу, следующий вызов перейдет в скомпилированный код.

Как было сказано в разделе «**Just in Time (JIT) компиляция**», по умолчанию в одной JVM есть 2 компилятора —

«легкий» C1 и «тяжелый» C2. Допускается ситуация, когда у нас на стеке окажутся фреймы трех типов: интерпретированный, скомпилированный C1 и скомпилированный C2. Размер фрейма может сильно отличаться. У интерпретатора самые громоздкие фреймы, потому что все хранится на стеке (все аргументы, локальные переменные, указатель текущего байт-кода и т. д.). В скомпилированном коде многое из этого не нужно и, чем оптимальнее будет компилятор, тем меньше надо хранить на стеке. C2, к примеру, вообще не будет заводить место на стеке под локальные переменные — все расставит по регистрам, а еще и перестроит на один уровень.

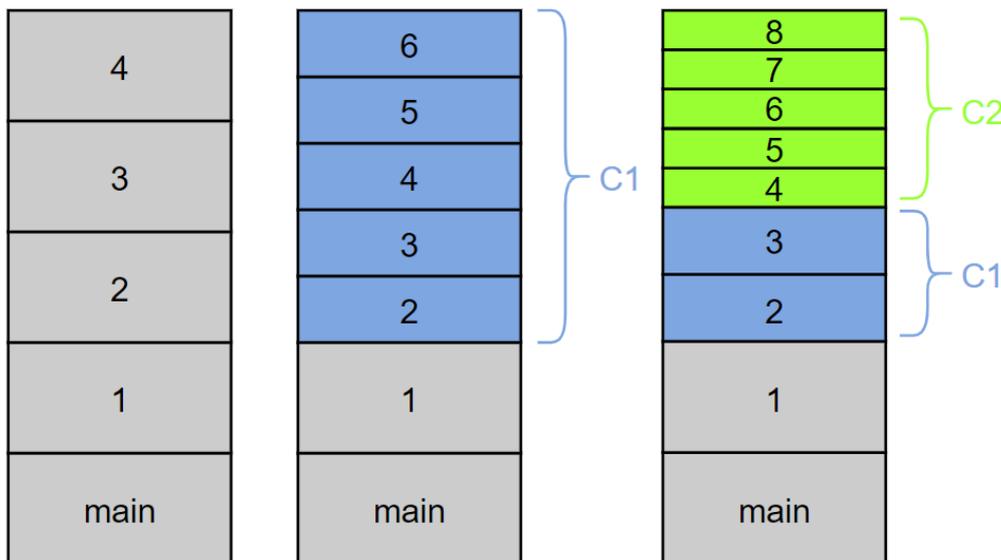


Рис. 2. Заполнения фреймов

Запустим тот же самый код исполнить в чисто интерпретируемом режиме с параметром — `Xint` (рис. 3).

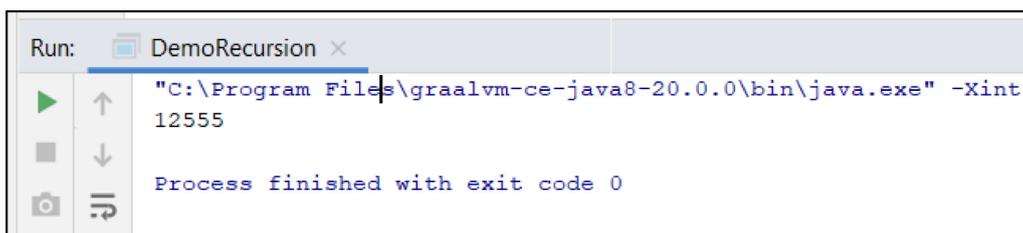


Рис. 3. Результат выполнения программы в интерпретируемом режиме

Результат — практически всегда 12500 (± несколько фреймов). Теперь то же самое, но после компилятора C1 (рис. 4).

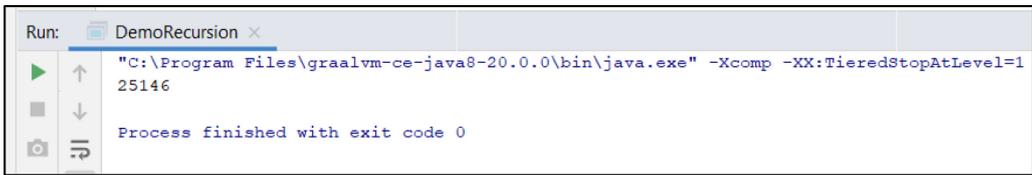


Рис. 4. Результат выполнения программы с компилятором C1

В случае с компилятором C1 результат тоже довольно стабильный — порядка 25 тысяч.

Посмотрим на результат если все сразу компилировать в C2 (рис. 5).

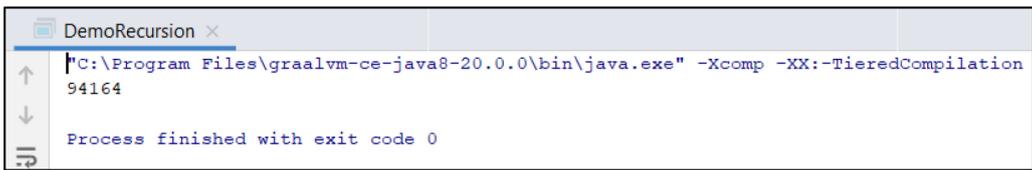


Рис. 5. Результат выполнения программы с компилятором C2

Все это будет работать дольше, но результат — 94 тыс. фреймов. Если поделить стандартный размер стека (1 Мб) на 94 тыс., получится, что на 1 фрейм уходит примерно 11 байт. Но размер фрейма на самом деле не 11 байт, а в 2 раза больше, но в 1 фрейме заложено сразу 2 уровня вложенности.

— Для x64: 1 Мб.

Интересный факт: если посмотреть размер **Thread-StackSize** с помощью параметра — **XX: PrintFlagsFinal** на Linux, то действительно выдаст размер в 1 Мб, а если посмотреть на Windows — значение по умолчанию будет 0. Откуда берется тогда 1 Мб? Оказывается, что начальный размер стека задается в \*.exe файле (прописывается значение по умолчанию в атрибутах exe-формата для приложения).

Это можно проверить про скомпилированному коду.

Значения стеков по умолчанию:

— Для x32 (x86): 320 Кб;

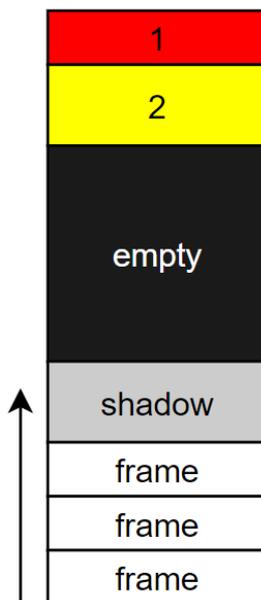


Рис. 6. Внутренняя структура стека

Минимальный размер стека на 64-битной системе — примерно 228 Кб (может меняться от версии к версии

JDK). Как устроен стек и откуда складывается этот минимальный размер?

На стеке, помимо фреймов Java-методов, есть еще некоторое зарезервированное пространство. Эта как минимум всегда 1 красная зона (размером с 1 страницу — 4 Кб) в самой верхушке стека и несколько страниц желтой зоны. Красная и желтая зоны нужны для проверки Stack Overflow. В начале обе зоны защищены от записи. Каждый Java-метод, через попытку записи по адресу текущего стек-поинтера, проверяет достижение красной или желтой зоны (при попытке записи операционная система генерирует исключение, которое виртуальная машина перехватывает и обрабатывает). При достижении

желтой зоны она разблокируется, чтобы хватило места запустить обработчик Stack Overflow, и управление передается на специальный метод, который создает экземпляр StackOverflowError и передает его дальше. При попадании в красную зону возникает Unrecoverable Error и виртуальная машина фатально завершается.

Есть еще так называемая shadow-зона. У нее довольно странный размер: на Windows — 6 страниц, на Linux, Solaris и прочих ОС — 20 страниц. Это пространство резервируется для нативных методов внутри JDK и нужд самой виртуальной машины.

#### Литература:

1. Estimating maximum safe JVM heap size in 64-bit Java // Stack Overflow [Электронный ресурс]. — URL: <https://stackoverflow.com/questions/10219301/>
2. Java consumes memory more than Xmx argument // Stack Overflow [Электронный ресурс]. — URL: <https://stackoverflow.com/questions/48798024/>
3. How do I keep memory used by JVM under control? // Stack Overflow [Электронный ресурс]. — URL: <https://stackoverflow.com/questions/20920205/>
4. Наливайко, А. С. Исследование процессов внутри виртуальной машины Java/А. С. Наливайко. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 20 (310). — URL: <https://moluch.ru/archive/310/69986/> (дата обращения: 20.05.2020).
5. Паньгин Андрей. Память Java процесса по полочкам. В кн.: Joker: Международная Java-конференция, Экспофорум, Санкт-Петербург, 19-20 октября 2018.
6. Все, что вы хотели знать о стек-трейсах и хип-дампах. Часть 2 — Блог компании JUG Ru Group/Habr [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/jugru/blog/325064/>.

## Разработка приложения средствами RAD Studio и СУБД PostgreSQL

Самойлова Ирина Алексеевна, магистр, старший преподаватель  
Карагандинский государственный университет имени Е. А. Букетова (Казахстан)

**В** качестве средства формирования иноязычной компетенции студентов информационного профиля разработан терминологический словарь по дисциплине ИКТ с описанием IT-терминов на трех языках.

Процесс разработки, моделирования и создания терминологического словаря был организован в несколько этапов. Первый этап: анализ литературы по дисциплине ИКТ, существующих трёхязычных (английский, казахский, русский) бумажных словарей компьютерной лексики, а также наиболее известных электронных специализированных словарей; разработка микроструктуры словаря. Второй этап: выбор средств разработки и хранения данных. Такими средствами были выбраны среда разработки кроссплатформенных приложений RAD Studio 10.3 и СУБД PostgreSQL.

RAD Studio — это один из быстрых способов разработки кроссплатформенных собственных приложений с гибкими облачными сервисами и широкими возможностями подключения к Интернету [1]. Он предоставляет мощные элементы управления VCL для Windows и позво-

ляет разрабатывать FMX для Windows, Mac и Mobile. RAD Studio поддерживает Delphi или C++. RAD Studio обеспечивает пятикратную скорость разработки и развертывания на нескольких настольных, мобильных, облачных платформах и платформах баз данных, включая 32-разрядную и 64-разрядную версии Windows (рис. 1). В разработке приложения был использован язык программирования Delphi версии 10.3.

PostgreSQL является мощной системой объектно-реляционных баз данных с открытым исходным кодом [2]. Она использует и расширяет возможности языка SQL в сочетании со многими функциями, позволяющими безопасно хранить и масштабировать сложные рабочие нагрузки по работе с данными. Благодаря своей проверенной архитектуре, расширяемости, надежности, целостности данных, надежному набору функций и самоотдаче сообщества PostgreSQL заслужил прочную репутацию у разработчиков программного обеспечения с открытым исходным кодом для последовательного предоставления эффективных и инновационных решений.

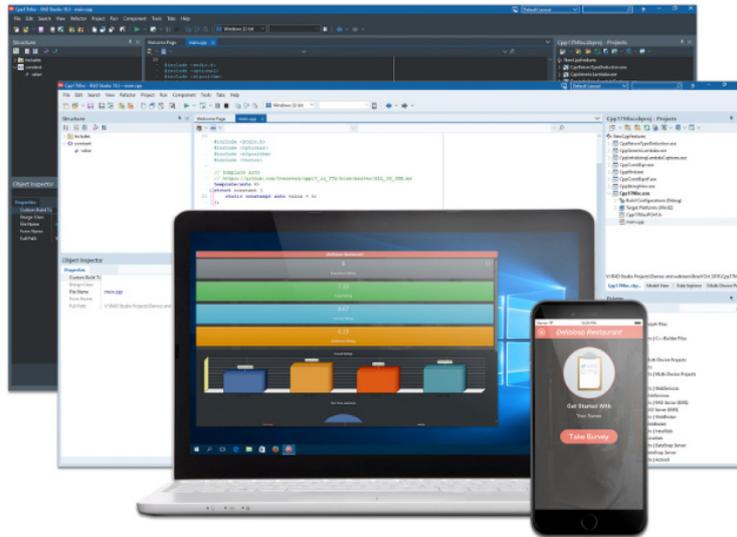


Рис. 1. Среда разработки RAD Studio 10.3

Используемая для разработки электронного терминологического словаря база данных «Postgre» состоит из трех таблиц, содержащих данные о темах дисциплины (рассчитанных на 15 недель), об IT-терминах и их описаниях на трех языках (английском, русском, казахском). Таблица `ict_themes` содержит названия 15 тем дисциплины ИКТ согласно типовой учебной программе. Таблица `ict_dictionary` включает термины на трех языках по темам из таблицы `ict_themes` (рис. 2). Таблица `ict_`

`description` — описание каждого термина на английском, русском и казахском языках по темам из таблицы терминов `ict_dictionary`.

В процессе написания кода были использованы такие компоненты Delphi как `Form`, `BitBtn`, `Image`, `ScrollBar`, `Panel`, `Memo`, а также компоненты для подключения и работы с базой данной: `ADOConnection`, `ADOQuery`, `ADOSource`, `ADOTable`. На рис. 3 показано приложение после запуска `exe-файла`.

The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. On the left is the 'Browser' pane showing the database structure. The main pane shows the SQL editor with the following code:

```

drop table ict_dictionary;
create table ict_dictionary (id serial,
                             theme_id integer not null,
                             description_eng varchar(2000) not null,
                             description_rus varchar(2000) not null,
                             description_kaz varchar(2000) not null,
                             primary key (id)
);
insert into ict_dictionary (id,theme_id,description_eng,description_rus,description_kaz)
values (8,2,'RAM','ОЗУ','Кішк');
select * from ict_dictionary;
delete from ict_dictionary where id=1
    
```

Below the SQL editor is the 'Data Output' pane showing the following table:

id	theme_id	description_eng	description_rus	description_kaz
1	1	IT	ИТ	АТ
2	2	ICT	ИТ	ИКТ
3	3	COMMUNICATION	КОММУНИКАЦИЯ	БАЙЛАНЫС
4	4	INFORMATION	ИНФОРМАЦИЯ	АҚПАРАТ
5	5	CPU	ЦПУ	ОӨБ
6	6	Motherboard	Материнская плата	Аналық төлем

Рис. 2. Создание таблицы `ict_dictionary` в PostgreSQL

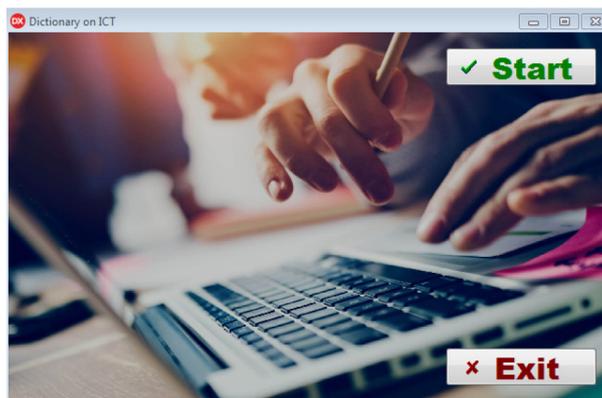


Рис. 3. Интерфейс приложения «Dictionary on ICT»

После клика по кнопке Start, открывается окно ICT\_week, которое отображает тематику курса, рассчитанного на 15 недель. Чтобы студенту легче было ориентироваться в темах, было принято решение пронумеровать их Week 1, Week 2, Week 3 и т. д. (рис. 4).



Рис. 4. Окно ICT\_week

После выбора нужной темы, открывается окно терминов, относящихся к ней. Например, при клике по «Week 1. An ICT role in key sectors of development of society. Standards in the field of ICT» открывается окно с терминами (рис. 5).

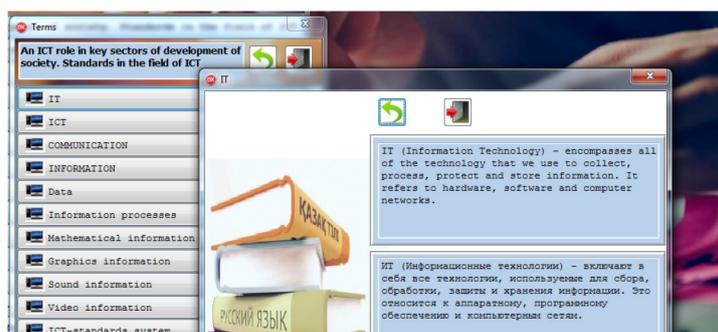


Рис. 5. Результат выбора Week 1

Данное приложение является средством формирования иноязычной профессиональной коммуникативной компетенции у студентов специальности, изучающих дисциплину ИКТ.

Литература:

1. Электронный ресурс: <https://www.softportal.com/software-40948-rad-studio.html>.
2. Электронный ресурс: <https://www.postgresql.org/>

## Кодирование категориальных данных для использования в машинном обучении

Синьков Дмитрий Викторович, студент магистратуры;

Ваничкин Александр Дмитриевич, студент магистратуры

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева (г. Саранск)

В статье описаны основные алгоритмы кодирования категориальных данных для использования в моделях машинного обучения и продемонстрированы ситуации в которых их стоит применять.

**Ключевые слова:** машинное обучение, нейронные сети, кодирование.

В большинстве алгоритмов машинного обучения набор данных может содержать текстовые или категориальные значения (в основном не числовые значения). Например, цвет, который имеет такие значения, как красный, оранжевый, синий, белый и т.д. Несколько алгоритмов, таких как CatBoost [1], могут достаточно хорошо обрабатывать категориальные значения, но большинство алгоритмов работают лучше с числовыми данными. Следовательно, основная задача, стоящая перед аналитиком, заключается в том, чтобы преобразовать текстовые/категориальные данные в числовые и при этом создать алгоритм/модель, чтобы из них получить необходимый результат.

Есть много способов преобразовать категориальные значения в числовые значения. Каждый подход имеет свои тонкости и влияет на набор функций модели. При этом я бы остановился на двух основных методах: One-Hot-Encoding (одна горячая кодировка) и Label-Encoder (кодирование меткой). Оба эти кодировщика являются частью библиотеки Scikit-learn (одной из наиболее широко используемых библиотек Python) и используются для преобразования текстовых или категориальных данных в числовые данные.

### Label Encoder

Этот подход очень прост и включает преобразование каждого значения в столбце в число. Рассмотрим набор данных (таблица 1), в котором описываются категориальные признаки мостов:

Таблица 1

Тип моста
Arch
Beam
Truss
Cantilever
Tied Arch
Suspension
Cable

Теперь закодируем текстовые значения. Позиция текстового значения в наборе данных будет являться его числовым значением, что показано в таблице 2.

Таблица 2

Тип моста (Текст)	Тип моста (Числовое значение)
Arch	0
Beam	1
Truss	2
Cantilever	3
Tied Arch	4
Suspension	5
Cable	6

На этом мы завершили кодирование метки переменной типа «Мост». Это все, что касается Label-Encoder. Но в зависимости от значений данных и типа данных кодирование меток создает новую проблему, так как использует последовательность чисел.

Проблема использования такого метода состоит в том, что они вводят сравнение между ними. Нет никакой связи между различными типами мостов, но, глядя на эти числа, можно подумать, что тип моста «Cable» имеет более высокий приоритет над типом моста «Arch». Алгоритм может неправильно понимать, что данные имеют какой-то порядок  $0 < 1 < 2 \dots < 6$  и могут придать «Cable» в 6 раз больший вес, чем типу моста «Arch».

Теперь рассмотрим таблицу 3, в которой содержится закодированная методом Label Encoder еще один набор данных, описывающей уровень безопасности мостов.

Таблица 3

Уровень безопасности (Текстовое значение)	Уровень безопасности (Числовое значение)
Никакой	0
Низкий	1
Средний	2
Высокий	3
Очень высокий	4

Кодирование Label-Encoder в этом столбце также вызывает приоритет по числу, но правильным способом. Здесь числовой порядок не выглядит нестандартным, и будет иметь смысл, если алгоритм интерпретирует по-

рядок безопасности 0 <1 <2 <3 <4, т.е. никакой <низкий <средний <высокий <очень высокий [2].

**One-Hot Encoder**

Хотя Label-Encoder является прямолинейным, но у него есть недостаток, заключающийся в том, что числовые значения могут быть неверно истолкованы алгоритмами как имеющие некоторый порядок. Эта проблема упоря-

дочения решается с помощью другого распространенного альтернативного подхода, называемого «One-Hot-Encoding». В этом алгоритме каждое значение категории преобразуется в новый столбец, и столбцу присваивается значение 1 или 0 (обозначение true/false). Давайте рассмотрим предыдущий пример типов мостов и уровней безопасности с One-Hot-Encoding (таблицы 4 и 5).

Таблица 4

Тип моста (Текст)	Тип моста (Arch)	Тип моста (Beam)	Тип моста (Truss)	Тип моста (Cantilever)	Тип моста (Tied Arch)	Тип моста (Suspension)	Тип моста (Cable)
Arch	1	0	0	0	0	0	0
Beam	0	1	0	0	0	0	0
Truss	0	0	1	0	0	0	0
Cantilever	0	0	0	1	0	0	0
Tied Arch	0	0	0	0	1	0	0
Suspension	0	0	0	0	0	1	0
Cable	0	0	0	0	0	0	1

Таблица 5

Уровень безопасности (Текстовое значение)	Уровень безопасности (Никакой)	Уровень безопасности (Низкий)	Уровень безопасности (Средний)	Уровень безопасности (Высокий)	Уровень безопасности (Очень высокий)
Никакой	1	0	0	0	0
Низкий	0	1	0	0	0
Средний	0	0	1	0	0
Высокий	0	0	0	1	0
Очень высокий	0	0	0	0	1

Строки с первым значением столбца (Arch/Никакой) будут иметь значение «1» (указывает на истинное значение), а столбцы других значений будут иметь значение «0» (указывающее на ложное значение). Аналогично для других строк сопоставляется значение со значением столбца.

Хотя этот подход устраняет проблемы порядка, но имеет недостаток в добавлении большого количества столбцов в набор данных. Это может привести к значительному увеличению количества столбцов, если у вас есть много уникальных значений в столбце категории. В приведенном выше примере это было управляемо, но управлять им будет действительно сложно, когда кодирование дает много столбцов [3].

**Применение Label-Encoder и One-Hot-Encoding**

Литература:

1. Введение в разработку CatBoost. Доклад Яндекса [Электронный ресурс]/2019 г. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/458790/>
2. ML | Label Encoding of datasets in Python [Электронный ресурс]/2019 г. — Режим доступа: <https://www.geeksforgeeks.org/ml-label-encoding-of-datasets-in-python/>

Выбор между **Label-Encoder** и **One-Hot-Encoding** от вашего набора данных и модели, которую вы хотите применить. Но все же, несколько моментов, которые следует отметить, прежде чем выбрать правильную технику кодирования для вашей модели:

One-Hot Encoding, когда:

- 1) Категориальная особенность не является порядковой (как типы мостов в примере)
- 2) Небольшое количество категорий.

Label-Encoder, когда:

- 1) Категориальная особенность является порядковой (например, низкий, средний, высокий)
- 2) Количество категорий довольно велико, и One-Hot-Encoding может привести к высокому потреблению памяти.

3. What is One Hot Encoding? Why And When do you have to use it? [Электронный ресурс]/2019 г. — Режим доступа: <https://hackernoon.com/what-is-one-hot-encoding-why-and-when-do-you-have-to-use-it-e3c6186d008f>

## Человеческий фактор человеко-машинного интерфейса

Ситов Андрей Андреевич, студент магистратуры;  
Захаров Михаил Валентинович, студент магистратуры  
Московский государственный технологический университет «Станкин»

Человек и машина давно связаны между собой. Машины — инструмент, созданный человеком для того, чтобы облегчить жизнь. В индустрии пользовательский интерфейс обеспечивает надежную связь между человеком и машиной — для этого используются определенные компоненты, которые способны создать эту связь. Интерфейс состоит из аппаратных и программных средств, позволяющих преобразовывать различные команды, отправляемые пользователем и переводить их в сигналы для машины, тем самым демонстрируя результат своей работы. За прошедшие годы человеко-машинные интерфейсы распространились во многих сегментах производства: автомобильная промышленность, медицина, электростанции и даже аэрокосмическое производство. Конвергенция таких технологий, как робототехника, искусственный интеллект, генетика, нанотехнологии и машинное обучение уже закладывает основу для машин следующего поколения во многих отраслях промышленности, что радикально изменит способы взаимодействия людей с машинами. Сенсорные технологии стали доминирующими в области человеко-машинных интерфейсов в последние годы, а ввиду распространения многофункциональных цифровых устройств ЧМИ стал важной областью исследований, а физические клавиатуры постепенно отходят в сторону, уступая место виртуальным клавиатурам для управления приложениями. Ученые находят все новые пути единения с системами. Область ЧМИ охватывает многие отрасли и практики на разных уровнях, например, простой термометр позволяет человеку физически и визуально взаимодействовать с машиной и используется как профессионалами, так и любителями.

Человеко-машинные интерфейсы широко распространились во многих областях жизни и индустрии. Например, в медицине они используются практически всюду — от простого цифрового термометра до аппаратов МРТ (магнитно-резонансной томографии). Панели интерфейса значительно ускоряют все действия: проверить температуру электронным термометром легче и быстрее, чем на ртутном. В контексте ЧМИ в сфере здравоохранения акцент делается на мобильности, миниатюризации и многоядерном процессоре для обеспечения высокой производительности, передовых систем и интуитивно понятного пользовательского опыта; полез-

ность ЧМИ зависит от его интуитивности, легкости понимания интерфейса и от того, насколько точно ретранслируется его информация оператору. Также они активно используются в торговле: почти в любом интернет-магазине предусмотрена мобильная версия для заказов через смартфон, который в таком случае тоже становится человеко-машинным интерфейсом. Эти сервисы используют сенсоры, машинное обучение и нейросети при добавлениях товара в виртуальную корзину, чтобы правильно предложить пользователю сопутствующие товары. Также существует множество торговых автоматов с интегрированными ЧМИ-панелями, продающих все подряд: от напитков и закусок до свежих цветов и контактных линз. В банковской отрасли ЧМИ чаще всего задействованы в банкоматах, распространившихся по всему земному шару менее, чем за 50 лет. Автомобильная индустрия тоже активно использует технологию ЧМИ: приборные панели непрерывно совершенствуются много лет. Несмотря на то, что способы управлять автомобилем фактически не изменились с 1920-х годов, те же приборные панели эволюционировали в полноценные бортовые компьютеры со множеством подсистем, таких, как круиз-контроль, системы навигации и системы диагностики автомобиля, оповещающие владельца о проблемах с машиной. Сейчас ЧМИ используется даже в бытовой технике: стиральные машины, посудомоечные машины, микроволновки и прочие виды техники имеют свой собственный интерфейс.

Стоит отметить, что с 1940-х по 1960-е годы акцента на каком-то особом и экстравагантном пользовательском интерфейсе не было ввиду того, что вычислительные мощности были ограниченными и дорогими (не говоря уже о том, что физически невозможно было вместить огромные ЭВМ тех времен в какие-нибудь приборные панели самолетов). Первый машинный интерфейс был создан в 1962-м году в виде компьютерной игры Spacewar — новое ЧМИ-устройство было создано на основе печатной машинки в форме компьютерной клавиатуры, созданной в середине 20-го века. Когда графика компьютеров стала значительно лучше, возникла потребность в нынешней компьютерной мыши — в результате чего в 1960-м году был создан первое указательное устройство «мышь», провод которой чем-то напоминал хвост грызуна. Примерно с 1980-х годов начало появ-

латься множество ЧМИ-устройств, таких, как джойстики, графические планшеты и геймпады, используемые по сей день.

Технический прогресс прошел ряд этапов, первым из которых была разработка инструмента, обеспечивавшего механическое преимущество при выполнении физической задачи: рычаг, плуг и тому подобного. Следующей стадией стало создание машины — инструмента, заменявшего человеческие усилия и требовавшего лишь контроля. Третьей и финальной стадией технической эволюции стала автоматизация, полностью исключая человеческие усилия и вмешательство для выполнения задачи. Промышленные предприятия долгое время использовали контрольные кнопки, даже 00-х это считалось более выгодным вариантом, чем ЧМИ-панели. Однако с расширением производственных линий простых кнопок «стоп» и «старт» стало не хватать, а документация для постоянно увеличивавшихся кнопочных панелей стала увеличиваться до невероятных объемов, что затрудняло обучение новых сотрудников,

после чего графический дисплей стал лучшим решением почти в любой ситуации: он мог выводить на экран то, что обычно требовалось рассчитывать вручную с простых датчиков.

Массовое распространение ПК перевернуло мир человеко-машинных интерфейсов с ног на голову. С появлением компьютеров фокус сместился с аппаратного обеспечения на программное, устройства стали системами и работа дизайнеров ЧМИ начала экспоненциально расти. Разумеется, не обошлось и без проблем — часто их разработки протекали без участия самих будущих пользователей, в итоге недостаток стандартизации и непостоянность часто приводили к неудобствам для операторов.

Человеко-машинные интерфейсы прошли долгий путь к нынешним достижениям. С появлением новейших технологий и индустриальных стандартов интерфейсы становятся все более комплексными для понимания и доступа к ним, однако развитие ЧМИ не стоит на месте и интерфейсы становятся лучше и удобнее для людей.

Литература:

1. Ghosh, M. Human Factors Of Human Machine Interaction: Analyzing Future Trends Through The Past And The Present/M. Ghosh. — Текст: непосредственный // International Journal of Research. — 2017. — Volume 04 Issue 07. — с. 138-144.

## Использование общедоступных данных о пользователях социальной сети «ВКонтакте» для поиска потенциальных абитуриентов вуза

Тарасов Вениамин Николаевич, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой;

Картушев Никита Алексеевич, студент магистратуры

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Самара)

*В статье авторы описывают практическое применение общедоступных данных из социальной сети «ВКонтакте» для поиска потенциальных абитуриентов вуза.*

*Ключевые слова:* Social Media Mining, абитуриент, социальная сеть, ВКонтакте.

**В**ыбор будущей профессии становится камнем преткновения для выпускников школ. Молодым людям тяжело определиться в какой вуз пойти и куда устроиться на работу после его окончания. Согласно исследованию, проведенному аналитическим центром НАФИ [1], около трети опрошенных (31%) выбрали будущее занятие, большинство (54%) рассматривают несколько вариантов профессионального развития, и 15% респондентов не определились с выбором. Таким образом, почти две трети выпускников так или иначе нуждаются в помощи при выборе пути профессионального развития.

Каждый из выпускников обладает определенным набором интересов и хобби. Один может быть увлечен программированием, второй — 3D-моделированием, а третий

увлекаться радиоэлектроникой. Учитывая интересы будущих абитуриентов, представители вузов могут помочь определиться с профессией и направлением подготовки, а также привлечь их в университетскую среду на раннем этапе.

Но как представителям вузов найти будущих абитуриентов среди выпускников школы и определить их сферы интересов?

Социальные сети являются главным Интернет-ресурсом для большинства пользователей глобальной сети. Платформы социальных сетей позволяют своим пользователям не только общаться друг с другом, но еще получать информацию из тематических сообществ, просматривать видеоматериалы и многое другое. Профиль

пользователя социальной сети может сказать о многом: помимо общедоступной информации (имени и фамилии, указанных при регистрации, возрасте, городе проживания) можно узнать о месте учебы, интересах и круге общения пользователя.

ВКонтакте является самой популярной социальной сетью в Российской Федерации среди пользователей от 12 до 24 лет [2]. Платформа социальной сети выступает как наиболее пригодная для поиска абитуриентов ввиду своей популярности, обладает широким набором публичных методов API и исчерпывающей документацией для работы с ним.

Поиск абитуриентов вуза N среди пользователей социальной сети ВКонтакте необходимо начать с определения критериев, под которые подходит «абитуриент». Предположим, что наиболее часто абитуриентами вуза N становятся выпускники школ в возрасте семнадцати — восемнадцати лет, проживающие в регионе, где находится вуз N, или в ближайших регионах.

Среди множества доступных методов API социальной сети ВКонтакте наиболее интересным является набор методов пространства Users. Методы пространства Users позволяют работать с данными пользователей: получать расширенную информацию о пользователях, запрашивать данные о подписчиках, списке подписок на публичные страницы и сообщества, искать пользователей по заданным критериям.

Соответственно, запрос к серверу социальной сети ВКонтакте при помощи метода Users. search будет содержать следующие параметры: один из ближайших к вузу N городов, возраст 17-18 лет и указание информации об обучении в школе. Результатом выполнения запроса является JSON-файл, содержащий запрашиваемую информацию о пользователях, которую можно использовать для дальнейшего исследования. Подход к извлечению скрытых ценных знаний из социальных медиа получил название Social Media Mining.

Полученные на предыдущем этапе данные уже представляют практическую ценность, поскольку пользователи из полученного списка являются целевой аудиторией, потенциальными абитуриентами любого вуза в регионе. Однако в полученном массиве данных можно отыскать скрытые знания, а именно — определить сферу интересов каждого пользователя в соответствии с критериями поиска вуза N.

Каждый вуз имеет определенный набор специальностей подготовки, информация о которых размещается на сайтах факультетов вуза или на сайте приемной комиссии. Анализ учебных программ специальностей позволяет определить наиболее значимые, профильные области в которых может быть заинтересован потенциальный абитуриент. Например, поступающий на специальность «Информатика и вычислительная техника» скорее всего увлечен информатикой, программированием или математикой. Предметы из обозначенных областей являются профильными для студентов данного на-

правления подготовки. Следовательно, данные о сферах профильных интересов можно использовать для поиска абитуриентов обозначенной специальности в ранее полученном массиве информации о пользователях социальной сети.

ВКонтакте предоставляет возможность пользователям вступать в сообщества. Сообщество ВКонтакте — группа людей, объединенных общими интересами. На платформе ВКонтакте существуют тысячи различных тематических сообществ.

Среди множества тематических сообществ необходимо выделить определенный набор, соответствующих профильным областям направления подготовки. Для ранее обозначенного примера необходимо найти сообщества из категорий: информатика, программирование и математика.

Имея данные о выпускниках школ города M и сообществах, в которых могут состоять потенциальные абитуриенты специальности «Информатика и вычислительная техника» вуза N, необходимо вывести метрику заинтересованности абитуриента в специальности.

Метрикой заинтересованности абитуриента в специальности выступает рейтинг абитуриента, основанный на факте подписки на сообщество из обозначенной ранее категории: на чем большее количество тематических сообществ из списка подписан пользователь, тем выше его рейтинг. Выведена формула, позволяющая рассчитать рейтинг потенциального абитуриента.

$$R = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n M_i * k(m)}{m}$$

R — рейтинг потенциального абитуриента,

n — количество сообществ в категории,

m — количество категорий,

$M_i$  — принадлежность пользователя к сообществу в категории

$k(m)$  — весовой коэффициент категории сообщества.

При помощи данной формулы рассчитывается средний рейтинг потенциального абитуриента. Весовой коэффициент используется для балансировки рейтинга потенциальных абитуриентов, поскольку могут быть определены второстепенные сферы интересов. Для используемой в качестве примера специальности «Информатика и вычислительная техника» второстепенной сферой интересов может являться заинтересованность в новостях из мира IT или научно-популярных публикациях. Первостепенные сферы интересов имеют больший весовой коэффициент, нежели второстепенные.

Являясь источником общедоступных больших данных, социальная сеть ВКонтакте пригодна для поиска потенциальных абитуриентов вузов. Предложенная формула для расчета рейтинга потенциальных абитуриентов, основанного на подписках пользователя социальной сети на тематические сообщества, может быть использована при поиске потенциальных абитуриентов вузов среди пользователей социальной сети ВКонтакте.

Литература:

1. С будущей профессией определились меньше трети выпускников. — Текст: электронный // Известия: [сайт]. — URL: <https://iz.ru/755019/roman-kretcul-evgenii-timofeev/s-budushchei-professiei-opredelilis-menshe-treti-vypusknikov> (дата обращения: 01.05.2020).
2. Социальные сети в цифрах. — Текст: электронный // Mediascope: [сайт]. — URL: [https://mediascope.net/upload/iblock/f97/18.04.2019\\_Mediascope\\_Екатерина %20Курносова\\_РИФ+КИБ %202019. pdf](https://mediascope.net/upload/iblock/f97/18.04.2019_Mediascope_Екатерина%20Курносова_РИФ+КИБ%202019.pdf) (дата обращения: 01.05.2020).

## Экомониторинг на ARM-процессоре

Шадрин Татьяна Михайловна, студент

Научный руководитель: Переспелов Анатолий Витальевич, кандидат технических наук, доцент  
Российский государственный гидрометеорологический университет (г. Санкт-Петербург)

*В статье описана разработка датчика экомониторинга уровня загрязненности воздуха на ARM-процессоре.*

*Ключевые слова:* экомониторинг; загрязнение воздуха; Raspberry Pi.

В настоящее время из-за бурной хозяйственной деятельности человека, а также из-за негативных природных явлений (пожары, пыльные бури) значительно ухудшается состояние воздуха, что чаще всего выражается в повышенном содержании пыли и вредных веществ. В глобальном плане для мониторинга атмосферного воздуха используются специализированные геоинформационные аналитические системы. Поскольку качество воздуха является одним из важнейших аспектов, влияющих на здоровье человека, важно оценивать состояние воздуха не только в глобальных масштабах, но и локально, непосредственно в рабочих и жилых помещениях.

Основными загрязнителями воздуха являются мелкие твёрдые частицы (пыль), а также примеси, которые оказывают наибольшее воздействие на людей. Частицы диаметром 10 микрон и меньше могут проникать и оседать глубоко в легких, но еще более опасными для здоровья являются частицы диаметром 2,5 микрона и менее, они могут проникать не только в легкие, но и кровеносную систему, что значительно повышает риск развития болезней сердца и респираторных заболеваний, а также рака легких. [1]

Исходя из вышеописанного необходимо своевременно выявлять загрязнение и его степень и принимать меры по его устранению. Причем, данные, полученные в процессе мониторинга, желательно отображать в доступной для начинающего пользователя форме. Для этого необходимы недорогие и компактные приборы для повседневного пользования.

Поэтому было принято решение разработать датчик экомониторинга уровня загрязненности воздуха на ARM-процессоре, который можно использовать локально. Экологический мониторинг (экомониторинг) —

комплексные наблюдения за состоянием окружающей среды. Значимой частью прибора является датчик, способный измерять необходимые параметры окружающей среды, чтобы установить уровень загрязнения воздуха. В данном проекте нас будут интересовать прежде всего уровни ПДК (предельно допустимая концентрация) составляющих загрязнений, так как именно по ним можно оценить состояние окружающей среды на данный момент и принять меры по повышению ее качества. Одной из основных целей проекта является отображение полученных данных на веб-сервере в удобной для восприятия форме.

Для реализации проекта использовано следующее оборудование.

Аппаратная часть измерителя построена на *одноплатном компьютере с ARM процессором*, имеющим размеры соизмеримые с банковской картой. ARM-процессор — это центральное процессорное устройство, основанное на RISC-архитектуре. RISC (reduced instruction set computer) — данная архитектура имеет сокращенный набор команд, которые имеют один формат и отличаются простой кодировкой. [2] В данной работе в качестве одноплатного компьютера использован Raspberry Pi.

Для записи операционной системы и хранения данных используется *SD-карта*, так как Raspberry Pi поставляется без операционной системы.

Используется *плата расширения Breakout Garden*. Она позволяет подключать совместимые платы с Breakout Garden через шесть разъёмов со встроенной защитой от обратной полярности и устанавливать их с помощью скрипта автоматической установки. Используемый скрипт — это последовательность действий, описанных с помощью скриптового языка программирования (JavaScript, PHP, Perl, Python и др.) для автоматического выполнения определенных задач.

В качестве измерителя параметров использован контроллер *Pimoroni BME680* с переходной платой. BME680 предназначен для измерения параметров окружающей среды. Он позволяет определять следующие характеристики: температура, давление и влажность, а также оценивать качество воздуха (наличие и концентрация различных примесей), что является основной целью данного проекта.

Нормальным атмосферным давлением считается 101325 Па ( $\approx 101$  кПа). Выбранный датчик способен измерить давление от 300 до 1100 кПа с разрешением 0,18 Па. В диапазоне температур от 0 до +65 °C сенсор характеризуется абсолютной погрешностью  $\pm 0,6$  кПа.

Рабочий диапазон датчика температуры составляет от -40 до +85 °C. Абсолютная точность в диапазоне от 0 до +65 °C составляет  $\pm 1$  °C.

Датчик влажности работает в диапазоне от 0 до 100% с абсолютной точностью  $\pm 3\%$  (температура от 0 до +65 °C).

BME680 имеет встроенный металло-оксидный датчик (Metal Oxide Semiconductor) органических летучих веществ. Это датчик резистивного типа, сопротивление поверхности которого зависит от содержания в воздухе летучих органических веществ (ацетон, этанол, продукты дыхания, изопрен, и т. д.). Сопротивление датчика измеряется, оцифровывается 20-битным аналого-цифровым преобразователем и фильтруется. Так как информация, полученная с датчика не совсем удобна для дальнейшего использования, то данные преобразуются с помощью программных алгоритмов в баллы качества воздуха IAQ (Indoor air quality). [3]

По таблице 1, приведённой ниже, можно определить состояние воздуха в помещении и принять меры, если качество воздуха оценивается как «ниже среднего» и IAQ составляет 101 и более баллов.

Таблица 1. Оценка качества воздуха

IAQ	Качество воздуха
0-50	Хорошее
51-100	Среднее
101-150	Ниже среднего
151-200	Неудовлетворительное
201-300	Плохое
301-500	Очень плохое

В целом для изготовления системы экомониторинга понадобится следующее оборудование:

- 1) Raspberry Pi
- 2) Карта Micro-SD
- 3) Блок питания, кабель, кабель Ethernet
- 4) Датчик Pimoroni BME680 с переходной платой
- 5) Плата расширения Breakout Garden

Теперь перейдём к описанию процесса сборки данного прибора.

Последовательно соединяем вместе выбранные элементы. Так как датчик измерения параметров окружающей среды взят с переходной платой, то просто подключаем датчик к Raspberry Pi. В дальнейшей реализации проекта необходима разработка определённого программного обеспечения. В данной работе рассматривается общий план проекта экомониторинга.

Необходимо установить операционную систему на SD-карту. С Raspberry Pi совместимы множество различных операционных систем, в качестве базовой используют одну из версий Linux. Далее создаём новое приложение, выбрав тип устройства и тип приложения. После завершения процесса установки вставляем SD-карту в Raspberry Pi и подключаем источник питания. Структурная схема системы экомониторинга представлена на рисунке 1.

После загрузки устройство подключается к панели мониторинга. Следующим шагом является установка CLI (Command Line Interface) — интерфейса командной

строки. В CLI вписываются команды, с помощью которых и производится настройка, а в дальнейшем и управление датчиком.

Далее представлена последовательность процесса установки веб-сервера на Raspberry Pi. Команды, с помощью которых выполняется установка и настройка опущены, поскольку они не являются основой данного проекта.

1) Устанавливаем веб-сервер nginx на Raspberry Pi. Nginx — это программное обеспечение с открытым исходным кодом для веб-сервера.

2) Устанавливаем PHP на Raspberry Pi. PHP — скриптовый язык общего назначения, применяемый для разработки веб-приложений.

3) Устанавливаем MySQL на Raspberry Pi. MySQL — это реляционная система управления базами данных с открытым исходным кодом.

4) Настраиваем nginx. Вводим в браузере IP нашей Raspberry Pi.

Установка и настройка веб-сервера на Raspberry Pi завершена.

В итоге проделанной работы получается датчик экомониторинга, который собирает данные и с помощью веб-сервера позволяет пользователю зайти на станцию и посмотреть полученную информацию в настоящий момент времени. На веб-странице в наглядной форме отображаются температура, влажность, давление, а также оценка качества воздуха (см. рис. 2).

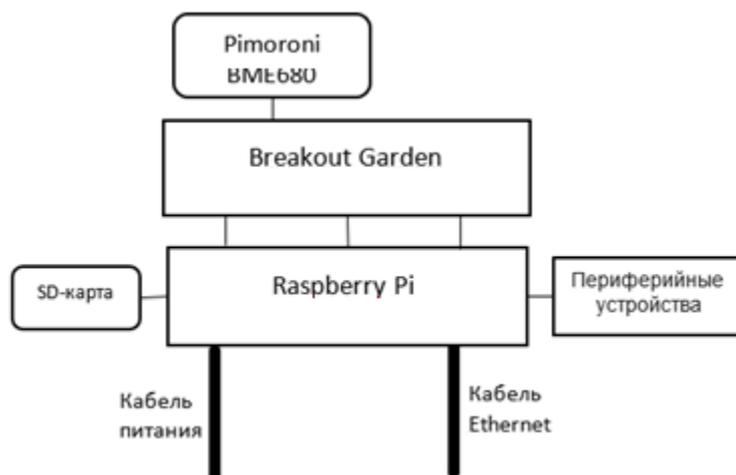


Рис. 1. Структурная схема системы экомониторинга

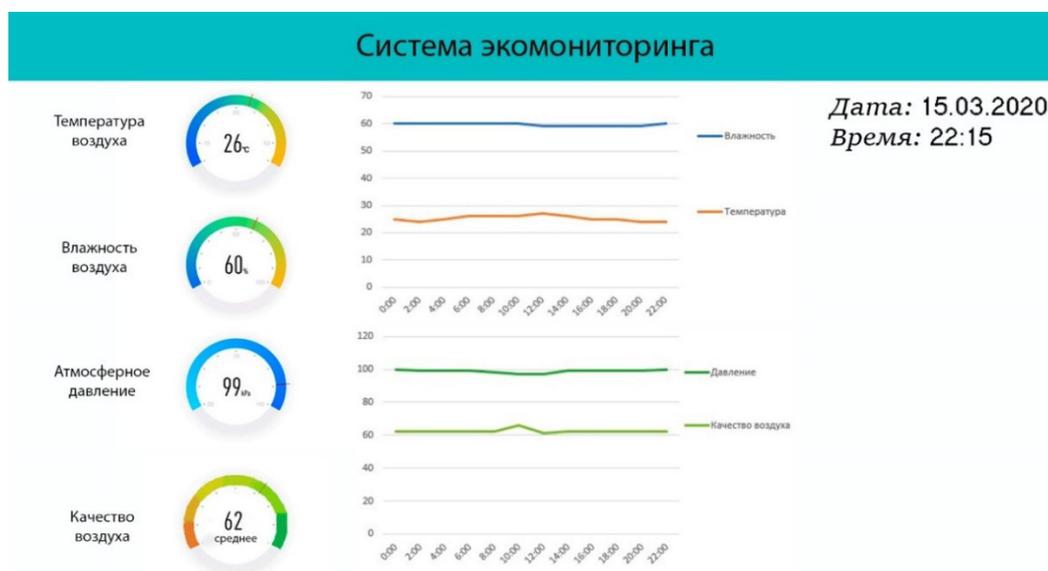


Рис. 2. Вариант исполнения пользовательского интерфейса

В случае дальнейшей разработки экодатчики можно использовать как в домашних условиях, так и на рабочих местах в цехах, офисах, поликлиниках, адаптировав отображение информации на веб-страницах под определённую специфику. При организации единой сети, воз-

можно использование экодатчиков на улицах города для сбора информации о качестве воздуха в различных городских микрорайонах. Таким образом локальный мониторинг состояния окружающей среды будет доступен для пользования граждан.

Литература:

1. Всемирная организация здравоохранения. Как загрязнение воздуха разрушает наше здоровье. 2020. URL: <https://www.who.int/ru/air-pollution/news-and-events/how-air-pollution-is-destroying-our-health> (дата обращения: 10.03.2020)
2. Медиагруппа. Что такое ARM. 2013-2020. URL: <https://androidinsider.ru/polezno-znat/chto-takoe-arm.html> (дата обращения: 10.03.2020)
3. Терраэлектроника. BME680 — новый датчик параметров среды. 2004-2020. URL: <https://spb.terraelectronica.ru/news/5048> (дата обращения: 15.03.2020)

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 21 (311) / 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 03.06.2020. Дата выхода в свет: 10.06.2020.

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

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