

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ӘКІМДІГІ  
Д. СЕРІКБАЕВ АТЫНДАҒЫ ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
АКИМАТ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Д. СЕРИКБАЕВА

**«ЖАСТАР ШЫҒАРМАШЫЛЫҒЫ – ҚАЗАҚСТАННЫҢ  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ДАМУЫНА»**

Студенттердің, магистранттардың және жас ғалымдардың  
V Халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының  
МАТЕРИАЛДАРЫ

11, 12 сәуір 2019 жыл

IV бөлім

**«ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ  
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА»**

МАТЕРИАЛЫ  
V Международной научно-технической конференции  
студентов, магистрантов и молодых ученых

11, 12 апреля 2019 г.

Часть IV

Өскемен  
Усть-Каменогорск  
2019 г.

УДК 378  
ББК 74.58  
Ж33

**Главный редактор:** д.б.н., профессор Ж.К. Шаймарданов  
**Зам. главного редактора:** к.г.-м.н. О.Д. Гавриленко

**Редакционная коллегия:** к.т.н., доцент кафедры «Высшая математика» Мукашева Р.У., к.т.н., ст. преподаватель кафедры «Приборостроение и автоматизация технологических процессов» Аринова Н.В., к.ф.-м.н., доцент «Информационные системы и компьютерное моделирование» Попова Г.В.

**Жастар шығармашылығы – Қазақстанның инновациялық дамуына:**

Ж 33 Студенттердің, магистранттардың және жас ғалымдардың V Халықаралық ғыл.-техн. конф. материалдары, 11, 12 сәуір 2019 ж. = **Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана:** Материалы V Междунар. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и молодых ученых, 11, 12 апр. 2019 г. – Өскемен: ШҚМТУ, 2019. – IV б. – 256 б. – қазақша, орысша.

**ISBN 978-601-208-662-1 (IV б.)**

**ISBN 978-601-208-658-4**

В сборник вошли материалы докладов, рассматривающих результаты исследований по направлениям: перспективы развития и внедрения новых технологий разработки и сопровождения корпоративных информационных ресурсов и систем, современные приборы и программные средства обеспечения автоматизированных систем управления технологическими процессами и производствами.

Сборник рассчитан на студентов, магистрантов и молодых преподавателей вузов.

УДК 378  
ББК 74.58

Печатается по разрешению редакционно-издательского совета университета.

**ISBN 978-601-208-662-1 (IV б.)**  
**ISBN 978-601-208-658-4**

© ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2019

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ

При геологических исследованиях накапливается большое количество геологической информации: результаты геологической документации буровых скважин, горных выработок и естественных обнажений, спектральных и химических анализов руд, горных пород и минералов, данные геофизических и геохимических измерений и др.

Любые методы обработки экспериментальных данных содержат в своей основе модель изучаемого объекта или происходящего с ним явления (события). *Математическая модель* – это совокупность представлений, предположений, гипотез и аксиом, отражающих существо изучаемого геологического объекта или явления. Модель выражается в математической форме и позволяет описывать, анализировать и прогнозировать свойства геологических объектов или последствия явлений.

В основе математического моделирования лежит принцип системного подхода. Для исследования выделяются объект или группа объектов, которые рассматриваются как отдельная система, имеющая какие-то физические или условные границы и внутренние связи между частями или свойствами. Когда система определена, осуществляется ее исследование путем математического моделирования. Конечной целью моделирования может быть описание и классификация объектов, понимание геологической природы объектов и явлений, предсказание (прогнозирование) поведения или свойств системы, а в некоторых случаях и управление системой на основе контроля ее состояния.

Например, при разведке и эксплуатации месторождения необходимо понять его строение и происхождение, прогнозировать количество и качество минерального сырья, управлять процессом эксплуатации с целью рационального использования недр и решать много других практических задач.

Математическое моделирование геологических объектов можно разделить на несколько последовательных операций:

1. Определение системы, т.е. задание границ, перечня геологических объектов и их свойств, а иногда и характера взаимосвязей между свойствами.

2. Измерение характеристик свойств геологических объектов, входящих в систему, получение исходных данных для математической обработки.

3. Создание геологического представления (геологической модели) и формулировка задачи. Часто можно выдвинуть несколько гипотез о системе, иногда взаимоисключающих друг друга. Тогда на основе последующего математического моделирования можно сделать заключение о том, какая из гипотез более соответствует действительности.

4. Выражение геологических представлений в математической форме, т.е. в виде формул, правил, уравнений.

5. Исследование математической модели, которое сводится к решению уравнений и составленных формул и вычислению прогнозных значений свойств или параметров явлений. Если исходные данные колеблются в некоторых пределах, то можно исследовать зависимость прогнозных значений от исходных данных. В некоторых случаях оценивается погрешность прогнозирования.

6. Проверка соответствия полученных результатов фактическим данным. В результате проверки можно определить, насколько правильно математическая модель описывает систему, насколько верны геологические представления. Чаще всего оценивается степень совпадения фактических данных с теоретическими, вычисленными в ходе решения математической модели. Если имеется несколько геологических и соответствующих им математических моделей, то проверка может дать ответ на вопрос, какая из моделей лучше соответствует действительности.

В зависимости от постановки задачи в результате математического моделирования могут быть получены различные ответы. Можно определить прогнозные значения тех свойств, которые трудно измерить или которые не поддаются непосредственному измерению. Также можно оценить степень соответствия математической модели фактическим данным. Наконец, можно установить, какая из математических и, соответственно, геологических моделей лучше соответствует действительности и тем самым выбрать для дальнейших исследований наилучшую модель.

Во многих геологических задачах изучают два взаимосвязанных свойства множества геологических объектов. Такой анализ проводится на основе двухмерной статистической модели.

Пусть имеется система из  $n$  однородных геологических объектов, у каждого из которых измерены характеристики двух свойств. Обозначим результаты измерений первого свойства  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , второго –  $y_1, y_2, \dots, y_n$  и составим матрицу размерности  $(n \times 2)$

$$X = \begin{pmatrix} x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \\ \dots & \dots \\ x_n & y_n \end{pmatrix}.$$

В основе двухмерной модели лежат гипотезы: а) значения  $x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_n$  носят случайный характер; б) значения первого и второго свойства не зависят между собой (но могут существовать зависимости между свойствами  $x$  и  $y$ ); в) совокупность измеренных свойств является однородной.

Результаты измерений двухмерной случайной величины изображаются на графике, где по оси абсцисс откладывают характеристику одного свойства, а по оси ординат – другого. Каждый геологический объект на графике отмечается точкой, а множество объектов – облаком точек (рис. 1). Расположение точек на графике позволяет сделать выводы о характере зависимости между свойствами. Если точки расположены вдоль линии (рис. 1 а, б), то между характеристиками свойств имеется функциональная зависимость. Она может быть линейной и

нелинейной. Если же точки расположены беспорядочно (рис. 1в), то зависимости между характеристиками свойств нет.

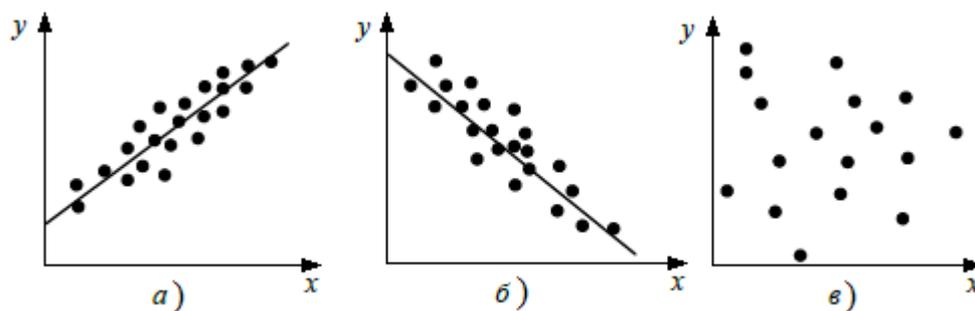


Рис. 1. Виды зависимостей между характеристиками свойств  $x$  и  $y$

Функциональные и статистические зависимости могут быть положительными, когда с возрастанием характеристики одного свойства увеличивается и другая (рис. 1а), но могут быть и отрицательными, когда характеристика одного свойства растет, а другого убывает (рис. 1б).

*Пример 1.* В рудах полиметаллического месторождения пробы проанализированы на цинк и кадмий. При построении графика обнаружено, что с возрастанием содержания цинка растет содержание кадмия (рис. 2). Требуется дать геологическое объяснение зависимости и построить математическую модель.

Исходными данными для построения модели являются содержания цинка  $x$  и кадмия  $y$  в пробах руды. Зависимость между содержанием цинка и кадмия вызвана тем, что оба компонента входят в состав одного минерала – сфалерита. При увеличении количества сфалерита растет содержание цинка и кадмия в руде. Это предполагаемая геологическая модель зависимости.

Математическая модель сводится к составлению уравнения зависимости между содержаниями цинка и кадмия. Пренебрегая неизбежными колебаниями состава сфалерита, можно принять, что содержание в нем компонентов постоянное (это одно из допущений модели). Тогда между содержанием цинка  $x$  и кадмия  $y$  должна существовать пропорциональная зависимость  $y = bx$  ( $b$  – коэффициент пропорциональности). Прямая  $y = bx$  должна проходить через две точки графика – начало координат и центр тяжести точек, соответствующий средним содержаниям цинка и кадмия в пробах.

Графический анализ зависимости (рис. 2, линия 1) показывает, что данная прямая не соответствует расположению точек. Это говорит о том, что геологическая и математическая модели не соответствуют действительности. Прямая линия должна проходить вдоль удлинения облака точек, но тогда это будет не пропорциональная, а линейная зависимость, выражаемая уравнением  $y = a + bx$  ( $a$  и  $b$  – коэффициенты). При нулевом содержании цинка и, следовательно, сфалерита содержание кадмия равно не нулю, а значению  $a$ . Геологическое объяснение данного факта состоит в том, что некоторая часть кадмия имеется в других минералах и нужно проверить их состав.

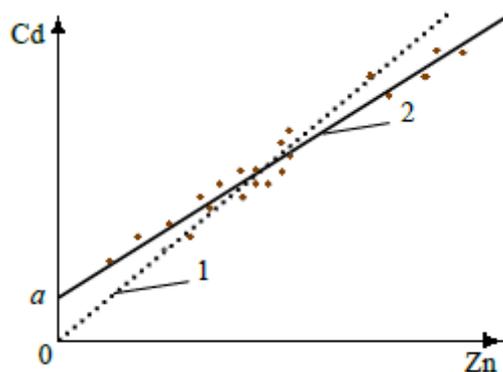


Рис. 2. Пропорциональная (1) и линейная (2) зависимости между содержанием цинка и кадмия

Если между величинами  $x$  и  $y$  установлена линейная статистическая зависимость  $y = ax + b$ , то такое уравнение называется *уравнением регрессии*. Если величина  $x$  неслучайная, то существует одно уравнение регрессии. Если обе величины ( $x$  и  $y$ ) случайные, то имеется два уравнения регрессии и можно вычислять зависимости как  $y$  от  $x$ , так и  $x$  от  $y$ . Эффективность уравнения заключается в возможности прогнозирования значения одной случайной величины, если известно значение другой.

Уравнение линейной зависимости через статистические характеристики имеет вид

$$y = \bar{y} + r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x})$$

или

$$x = \bar{x} + r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} (y - \bar{y})$$

*Пример 2.* Известна плотность руды и содержание в ней полезного компонента. Необходимо построить математическую модель зависимости этих величин, что актуально для руд многих черных и цветных металлов.

Для упрощения модели с целью выделения ее главных особенностей примем, что руда состоит из двух минералов (рудного и нерудного), их массы  $m_1$  и  $m_2$ , объемы  $V_1$  и  $V_2$ , плотности  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , содержания в них компонента  $C_1$  и  $C_2$ , причем положим  $\rho_1 > \rho_2$  и  $C_1 > C_2$ . В качестве аргумента  $x$  будет служить содержание компонента в руде, и функции  $y$  будет плотность руды:

$$x = \frac{m_1 C_1 + m_2 C_2}{m_1 + m_2}, \quad y = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}.$$

Требуется найти математическое выражение зависимости плотности  $y$  от содержания  $x$ . Подставив  $V_1 = m_1 / \rho_1$  и  $V_2 = m_2 / \rho_2$  в формулу, получим

$$y = \frac{(m_1 + m_2) \rho_1 \rho_2}{m_1 \rho_2 + m_2 \rho_1}.$$

Далее найдем величину  $m_1$  и подставим ее значение в  $y$ .

$$m_1 = m_2 \frac{x - C_2}{C_1 - x}.$$

После преобразований получим

$$y = \frac{\rho_1 \rho_2 (C_1 - C_2)}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} : \left( 1 - x \frac{\rho_1 - \rho_2}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} \right).$$

Обозначим

$$\frac{\rho_1 \rho_2 (C_1 - C_2)}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} = a, \quad \frac{\rho_1 - \rho_2}{C_1 \rho_1 - C_2 \rho_2} = b.$$

В результате имеем гиперболическую зависимость плотности руды  $y$  от содержания в ней компонента  $x$

$$y = a / (1 - bx),$$

где  $a$  и  $b$  – постоянные коэффициенты.

Геологические системы являются весьма сложными структурами, находящимися под влиянием большого числа трудно учитываемых факторов, поэтому математическое моделирование не может дать их исчерпывающую характеристику. Любая математическая модель является лишь приближенным отражением реальных природных систем.

В настоящее время математические методы используют в геологии по следующим основным направлениям:

1) накопление, хранение и систематизация (сортировка, получение выборок и пр.) геологической информации с целью более полного и быстрого ее использования;

2) обработка геологической информации преимущественно на базе методов теории вероятностей и математической статистики для описания, сравнения, классификации геологических объектов и прогнозирования их свойств;

3) математическое моделирование геологических объектов и явлений для решения научных и прикладных задач;

4) автоматизация технологических операций, распространенных в геологии и горном деле, таких как построение геологических карт и разрезов, подсчет запасов и ресурсов, проектирование разведочных и эксплуатационных работ и другое.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин, А. А. Теоретические основы обработки геофизической информации. – М: Недра, 2011.

2. Поротов Г.С. Математические методы моделирования в геологии. – Спб: СПГГИ(ТУ), 2006.

3. Шрайбман В.И., Жданов М.С., Витвицкий О.В. Корреляционные методы преобразования и интерпретации геофизических аномалий. – М: Недра, 2007.

УДК (681.5)

Абылқанова Б.С. (16-АУК-1), Айдарханов Е.М. (16-АУК-1), Оразова А.Ж.  
( ВКГТУ)

## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ДЛЯ УМНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ТЕХНОЛОГИИ, ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Интернет вещей концепция [вычислительной сети](#) физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой], рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаящее из части действий и операций необходимость участия человека.

Технология интернет вещей привлекает огромное внимание в последние годы, он облегчает напряжение на здравоохранительные системы, вызванные ростом населения хронических заболеваний. Проблемы, с которыми сталкивается интернет вещей в здравоохранении, включают безопасность, конфиденциальность, износостойкость и маломощную работу, и даются рекомендации для будущих направлений исследований. Введение здравоохранение является неотъемлемой частью жизни. К сожалению, неуклонное старение населения и связанный с этим рост хронических заболеваний создает значительную нагрузку на современные системы здравоохранения а спрос на ресурсы от больничных коек до врачей и медсестер чрезвычайно высок. Очевидно, что требуется решение для снижения давления на системы здравоохранения, продолжая оказывать высококачественную помощь пациентам из группы риска. Интернет вещей был широко идентифицирован как потенциальное решение для смягчения давления на системы здравоохранения и, таким образом, был в центре внимания многих недавних исследований. Значительное количество этих исследований посвящено мониторингу пациентов со специфическими состояниями, такими как диабет или болезнь Паркинсона. Дальнейшие исследования, как представляется, служат конкретным целям, таким как содействие реабилитации посредством постоянного мониторинга прогресса пациента.

Поскольку в литературе до сих пор нет известных комплексных систем для удаленного мониторинга здоровья. Кроме того, в этой статье дается всесторонний обзор современных технологий, которые подпадают под предложенную модель. Основное внимание уделяется датчикам для мониторинга различных параметров работоспособности, стандартам ближней и дальней связи, облачным технологиям.

Интернет вещей медицинские исследования в смежных областях показали, что удаленный мониторинг здоровья правдоподобен, но, возможно, более важными являются преимущества, которые он может предоставить в различных контекстах. Удаленный мониторинг здоровья может использоваться для мониторинга некритических пациентов дома, а не в больнице, уменьшая

нагрузку на госпитальные ресурсы, такие как врачи и кровати. Его можно было бы использовать для обеспечения более широкого доступа к медицинскому обслуживанию для тех, кто живет в сельских районах, или для того, чтобы пожилые люди могли жить самостоятельно на дому дольше. По сути, это может улучшить доступ к ресурсам здравоохранения при одновременном снижении нагрузки на системы здравоохранения, и может дать людям лучший контроль над своим собственным здоровьем в любое время. В результате многие преимущества дистанционного мониторинга здоровья, многие современные исследователи определили потенциал интернета вещей в качестве решения для здравоохранения.

В ряде работ, системы интернета вещей здравоохранения были разработаны для конкретных целей, включая восстановление, управление диабетом, как система окружающей жизни, для пожилых людей, и многое другое. Реабилитация после физической травмы была темой партикулярного интереса для нескольких исследователей. Была разработана система, которая генерирует план реабилитации с учетом индивидуальных симптомов. Состояние пациента сравнивается с базой данных симптомов, заболеваний и методов лечения предыдущих пациентов для достижения этой цели. Система требует, чтобы врач вручную вводил симптомы и утверждал рекомендуемое лечение; в 87,9% случаев врач согласился с системой полностью, и никакие изменения не были внесены в предложенный план лечения. Между тем, предложены математические модели измерения углов суставов в системах физической гидротерапии, позволяющие улучшить движение суставов с помощью терапии. Существующие технологии интернета вещей оцениваются на предмет их эффективности в системе мониторинга пациентов, страдающих болезнью Паркинсона. В их работе делается вывод, что носимые датчики для наблюдения моделей походки, тремора и общего уровня активности могут использоваться в сочетании с технологиями на основе зрения (т. е. камерами) вокруг дома для мониторинга прогрессирования болезни Паркинсона. Кроме того, авторы предполагают, что машинное обучение может привести к улучшению планов лечения в будущем. Предложена практическая система мониторинга уровня глюкозы в крови у больных сахарным диабетом. Эта система требует, что пациенты вручную принимают чтения крови-глюкозы интервалы комплекта. После этого он рассматривает два вида нарушений глюкозы в крови. Во-первых, это аномальные уровни глюкозы в крови, а во-вторых, пропущенное чтение глюкозы в крови. Затем система анализирует серьезность аномалии и решает, кого уведомить; сами пациенты, ухаживающие за ними и члены их семей, или поставщики экстренной медицинской помощи, такие как врачи. Система была нацелена на выявление сердечных приступов.

ЭКГ-датчик используется для измерения сердечной деятельности, которая обрабатывается микроконтроллером. Эта информация передается через Bluetooth на смартфон пользователя, где данные ЭКГ дополнительно обрабатываются и представляются в пользовательском приложении.

Дальнейшие улучшения могут быть сделаны путем измерения частоты дыхания, что известно для помощи в прогнозировании инфаркта миокарда.

Исследователи, работающие над проектом, определили, что обучение машинам было бы полезно для изучения условий и принятия решений о здравоохранении пациента. Все, что касается носимых датчиков, а именно беспроводной и внешне-нательных датчиков, как важно для соответствующих систем. Некоторые работы также предполагают использование датчиков окружающей среды или зрения по всему дому. Однако это ограничивает полезность системы одним физическим местоположением. Было бы предпочтительно реализовать все основные датчики в виде небольших, портативных и носимых извне узлов. Это обеспечило бы пациентов с ненавязчивым и удобным решением которое способно контролировать их здоровье везде, где они идут.

Это сделало бы пациентов более восприимчивыми к использованию технологии мониторинга здоровья, чем если бы им требовались имплантируемые датчики или камеры. Существующие системы подчеркивают, что коммуникации также необходимы для системы здравоохранения интернета вещей. В ряде существующих моделей системы малой дальности связи, таких как Bluetooth, для передачи данных с датчиков смартфона для обработки. Дальняя связь, такая как LTE, может использоваться для передачи обработанной информации от пациента к поставщику медицинских услуг, обычно врачу, через SMS или интернет. Ключевым ограничением этого является то, что смартфоны обычно имеют ограниченное время автономной работы, требуя частой зарядки; пациент с плоской батареей будет пациентом, отключенным от поставщиков медицинских услуг. Если бы даже тысяча человек носили один импульсный датчик, который ежечасно связывался с базой данных облачного хранилища через LPWAN, было бы 168 000 новых точек данных в неделю. Это число резко увеличивается, поскольку все больше людей надевают датчики, подключенные в рамках облачного хранилища, и внедряется все виды датчиков.

Используя большие данные, которые будут быстро формироваться и расти в облачном хранилище, алгоритмы машинного обучения могут быть реализованы в среде высоких вычислений облака. Эти алгоритмы могут быть разработаны для большого объема данных, выявления ранее неизвестных заболеваний, диагностики, планов лечения и многого другого. Виды датчиков, которые используются:

1) Носимые датчики и центральные узлы: узлы датчика, которые измеряют физиологические условия. Рекомендуемые датчики - это датчики, которые измеряют жизненные показатели - пульс, частоту дыхания и температуру тела, так как они являются необходимыми для определения критического состояния здоровья. Специальные датчики, такие как глюкоза в крови, обнаружение падения и датчики угла соединения, также могут быть реализованы для систем, ориентированных на конкретное состояние. Центральный узел получает данные от сенсорных узлов. Он обрабатывает эту

информацию, может реализовать некоторые решения, а затем передает информацию во внешнее расположение.

2) Ближняя связь: для связи датчиков с центральным узлом требуется коротко диапазонная связь. Есть несколько важных требований, которые следует учитывать при выборе стандарта связи на короткие расстояния, включая воздействие на организм человека, безопасность и задержку. Выбранный метод не должен оказывать негативного влияния на организм человека, так как любое такое воздействие может вызвать у пациентов проблемы со здоровьем. Он также должен обеспечивать надежные механизмы безопасности, гарантирующие, что злоумышленник не сможет получить доступ к конфиденциальным данным пациентов. Наконец, низкая задержка имеет важное значение для критичных по времени систем, таких как система, которая отслеживает критическое состояние здоровья и вызывает скорую помощь, если в этом возникает необходимость. В таких системах время задержки может быть разницей между жизнью и смертью. В приложениях, которые не являются критичными по времени, низкая задержка не должна быть приоритетной, но все же предпочтительнее.

3) Дальняя Связь: Эти данные должны быть переданы в базу данных, где соответствующие стороны (например, опекуны или врачи) могут получить к ним безопасный доступ. При выборе подходящего стандарта дальней связи для использования в системе здравоохранения необходимо учитывать несколько факторов, включая безопасность, возможности исправления ошибок, устойчивость к помехам, низкую задержку и высокую доступность.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черняк, 2012, «...распространение беспроводных сетей, активный переход на IPv6 и плюс к этому рост популярности облаков и появление группы технологий межмашинного взаимодействия (Machine to Machine, M2M) постепенно перемещают Интернет вещей в практическую плоскость».

2. Черняк, 2012, «Этот термин предложил в 1999 году Кевин Эштон, один из первых энтузиастов, увлекшихся RFID, а сейчас возглавляющий исследовательский центр Auto-ID Center в Массачусетском технологическом институте».

3. Эштон, 2009, «Linking the new idea of RFID in P&G's supply chain to the then-red-hot topic of the Internet was more than just a good way to get executive attention».

ӘОЖ 681.5

Абылқанова Б.С. (16-АУК), Айдарханов Е.М. (16-АУК-1),  
Корнев В.А. (ШҚМТУ), Оразова А. Ж. (ШҚМТУ)

## ҚЫМЫЗ ӨНДІРУ САПАСЫН БАСҚАРУДЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІ

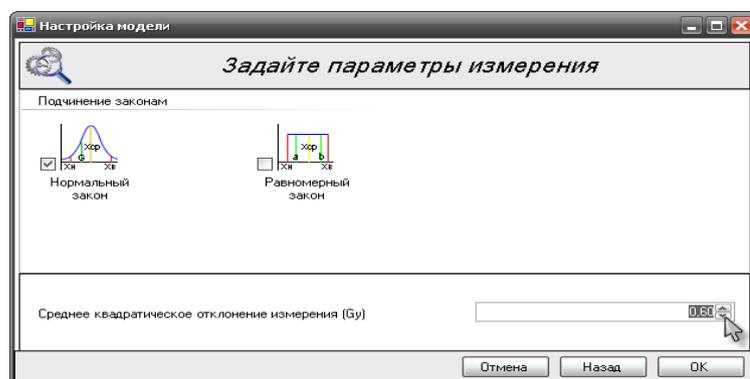
Қымыз өндірісінің сапасын басқару процесі ұйымдастырушылық қамтамасыз етуден және бақылау жүйесінен тұрады. Бақылау объективті және субъективті әдістермен жүзеге асырылады.

Объективті бақылау жүйесі ақпараттық-өлшеу кешені түрінде іске асырылған, оған мыналар кіреді: физика-химиялық бақылау датчиктері, RASPBERRY Pi 3 базасындағы шағын компьютер, ақпараттық қамтамасыз ету, бағдарламалық жүйелік және қолданбалы қамтамасыз ету. Датчиктер технологиялық басқарудың көлеміне байланысты орнатылады. RASPBERRY Pi операциялық жүйесі ретінде лицензияны талап етпейтін Linux OS қолданылады.

Әрбір параметрді бақылау процесі HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) стандарттарында «бақылау нүктелері» деп аталатын өлшеу процедураларының жүйелерінен тұрады. Сондықтан бақылаудың қортындысы әрбір нақты жағдайда арнайы математикалық өрнек және алгоритм түріндегі интегралды «белгісіздік» ретінде есептеледі. Кездейсоқ қателіктердің болуына байланысты барлық өлшеулер өлшеу қателіктермен бірге жүреді және нормативтермен бірге «өндіруші» және «тұтынушы» тәуекелдері туындайды. Аталған тәуекелдерді бағалау үшін авторлар математикалық және имитациялық модельдер мен оларды есептеу бағдарламаларын әзірледі.

Тәуекелдерді бағалаудың кейбір экрандық формалары төменде 1 - 5 суретте келтірілген.

Модельдеу тапсырманың өлшеу параметрлерін басталады (сурет.1).

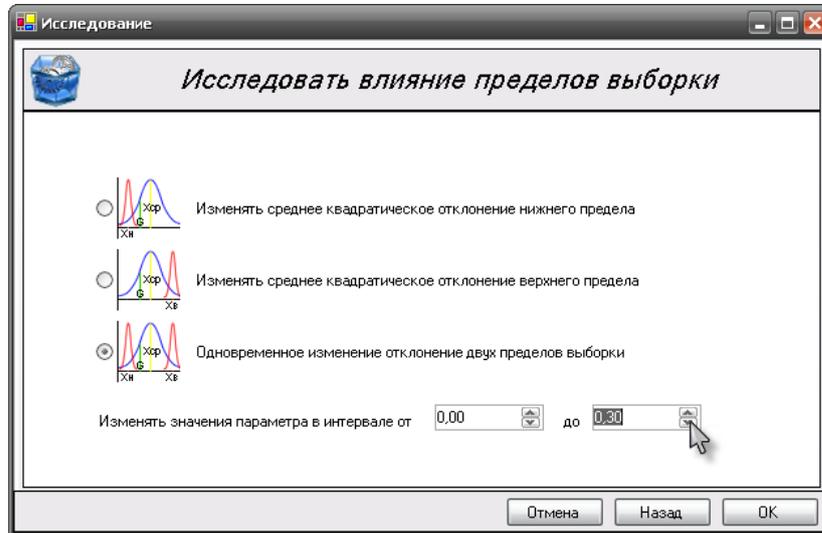


1-сурет. Өлшеу параметрлерін көрсету

Өлшеу бақыланатын параметрді бөлудің қалыпты және біркелкі заңдары үшін жүргізілуі мүмкін.

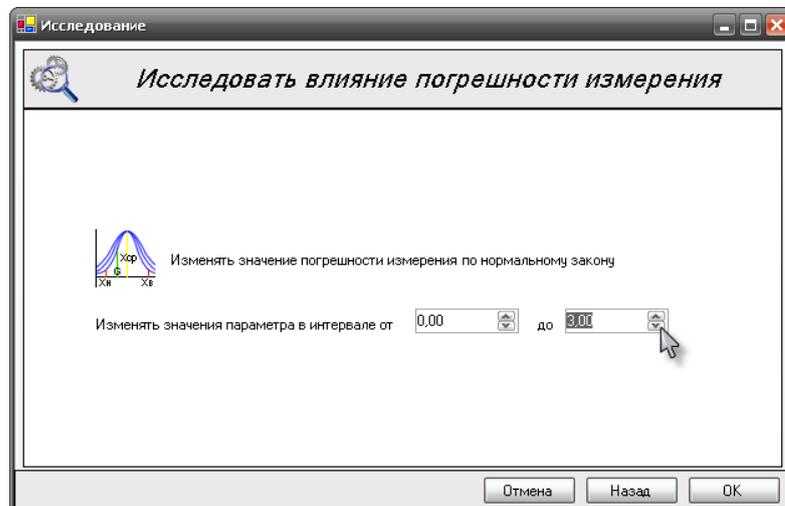
Құрылған үлгіні зерттеудің мүмкін болатын нұсқалары::

- үшөлшемді құрылымды шығарумен модельдің барлық параметрлерін кешенді зерттеу;
- нормативтік шектердің ауытқуының әсерін зерттеу (сурет. 2);
- өлшеу қателігінің әсерін зерттеу.



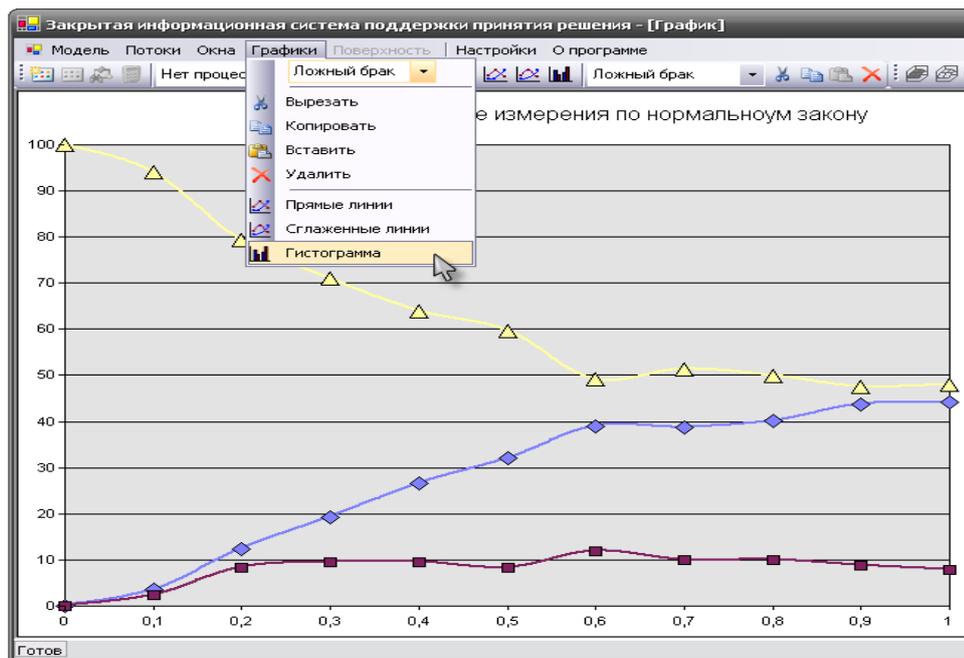
**2-сурет. Нормативтік шектердің ауытқуын зерттеу**

Келесі кезеңде өлшеу қателігінің әсері зерттеледі (сурет.3).



**3-сурет. Өлшеу қателігінің әсерін зерттеу**

Модельдеу нәтижелері 4-суретте келтірілген.

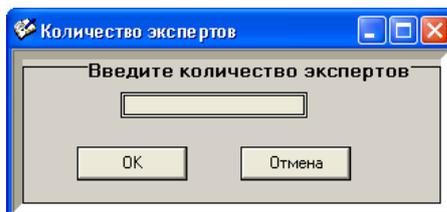


**4-сурет. Модельдеу нәтижелері**

Модельдеу нәтижесінің міндеті қателіктер мен нормативтердің жүйелік байланыс дәрежесін анықтау болып табылады. Қателік оның белгісіздігінің (орташа квадраттық ауытқу) бақыланатын параметрдің белгісіздігіне (орташа квадраттық ауытқу) қатынасы ретінде анықталды. Жоғарғы қисық -бақылаудың жалпы дәлдігі. Орташа қисық - өндірушінің тәуекелі және төменгі - тұтынушының тәуекелі. Кестелерден көрініп тұрғандай, нормативтер көбінесе тәуекелдер деңгейіне әсер етеді

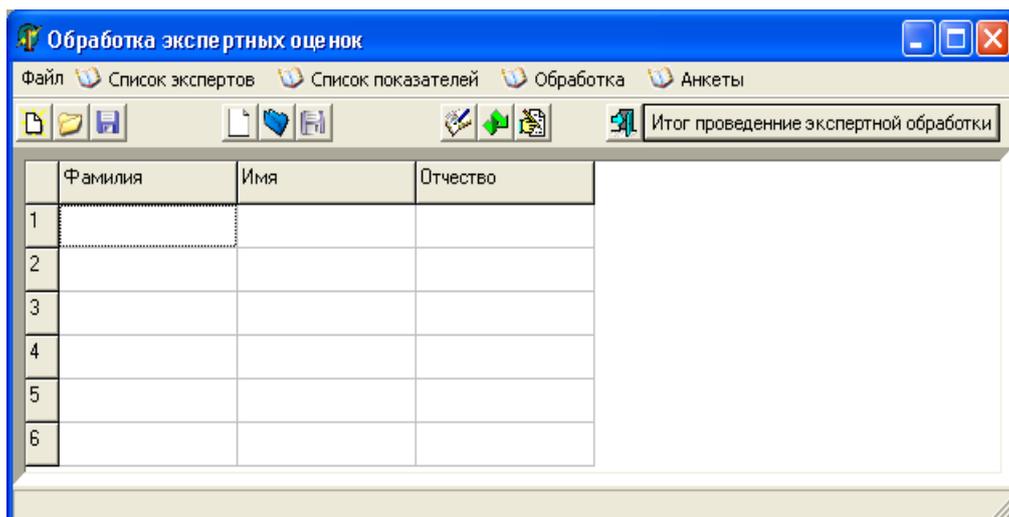
Формальды бағалау бақылау үдерісіндегі «тар» орынды анықтауға мүмкіндік береді.

«Сарапшылар тізімі» мәзірі сауалнамаға қатысатын сарапшылардың жаңа тізімін жасауға, бұрыннан бар тізімді ашуға, жаңадан құрылған тізімді немесе қолданыстағы тізімге енгізілген өзгерістерді сақтауға мүмкіндік беретін тармақшалардан тұрады. «Құру» тармақшасын таңдау кезінде диалогтық терезе ашылады, 5-сурет, онда жаңа тізім үшін сарапшылар санын көрсету қажет.



**5-сурет. Жаңа тізім үшін сарапшылар санын енгізуге арналған терезе**

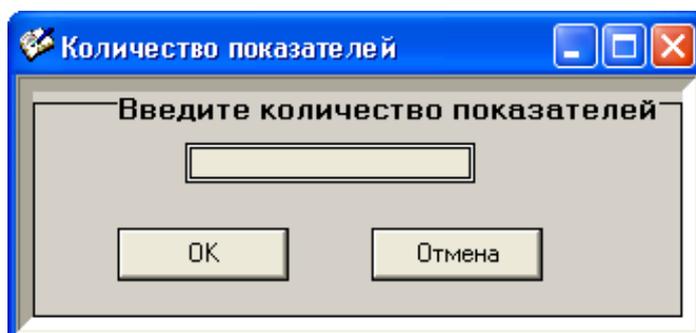
6-суретте Қосымшаның басты терезесінде берілген санға сәйкес кесте құрылады,.



**6-сурет. Сарапшылардың жаңа тізімін жасау кестесі**

Кестеге сарапшылар туралы ақпарат – тегі, аты, әкесінің аты енгізіледі.

Мәзірдегі «Көрсеткіштер тізімі» сарапшылардың бағалауы тиіс көрсеткіштердің жаңа тізімін жасауға, бар көрсеткіштер тізімін көру үшін ашуға, жаңадан құрылған тізімді сақтауға немесе бар тізімге енгізілген өзгерістерді сақтауға мүмкіндік беретін тармақшалардан тұрады. «Жасау» тармақшасын таңдаған кезде 9-суретте көрсетілген диалогтық терезе ашылады, онда жаңа тізім үшін көрсеткіштер санын көрсету қажет



**7-сурет. Жаңа тізім үшін көрсеткіштер санын енгізу терезесі**

Алгоритмде Спирмен рангтік корреляция коэффициенттерін есептеу жолымен сарапшылардың пікірлерінің сәйкес келуін тексеру қарастырылады, 8-суретте көрсетілген есептелген коэффициенттердің кестесі пайда болады. Алынған мәндерді талдай отырып, сарапшылардың пікірлерінің сәйкесуі туралы немесе одан әрі есептеу үшін қандай да бір сарапшының бағалауының жарамсыздығы туралы қорытынды жасалады.

Оценка согласованности экспертов

Оцениваемые эксперты

	Приходько	Иванов	Сергунько
Приходько	1,00	0,80	0,40
Иванов	0,80	1,00	0,80
Сергунько	0,40	0,80	1,00

Компетентность рассчитана его компетентность. Баллы заносятся в соответствии с заполненными анкетами.

OK Отмена

## 8 – сурет. Спирмен рангтік корреляция коэффициенттерінің кестесі

Жүргізілген есептеулердің нәтижелері әр көрсеткішке және көрсеткіш дәрежесіне баға беру болып табылады. Сараптама өнімге балл берумен аяқталады. Қымыздың сапасы, кез келген сүт өнімі сияқты азықтық базаның сапасымен, шөптердің әртүрлілігімен және емдік өсімдіктердің болуымен анықталады. Шығыс Қазақстанға тән таулы жерлерде. Сондықтан жобада сапалы жайылымды визуалды іздеу үшін арзан ұшу аппараттары – дрон пайдалану арқылы осы саладағы қазіргі заманғы жетістіктерді пайдалану ұсынылады. Ұсынылып отырған жоба келесі ұйымдастырушылық-техникалық процестерді қамтитын жүйе болып табылады: шағын ұшу аппараттары - дрон базасында жайылымды көзбен шолып іздеу жүйесі, қымыз дайындаудың бағдарламалық басқарылатын агрегаты, технологиялық өндірістік процесті басқарудың автоматтандырылған жүйесі, өлшенетін параметрлердің жиынтығы бойынша өнімнің сапасын үздіксіз бақылау жүйесі, сусын сапасын бақылау және бағалаудың бағдарламалық кешені, қымыз сапасын органолептикалық бақылаудың сараптамалық жүйесі.

Қымыз сапасын бақылау үшін дәстүрлі түрде зертханалық әдістерді қолданады, бұл осы үдерістің еңбек сыйымдылығын арттырады. Ұсынылып отырған жобаны енгізу өндірістің еңбек сыйымдылығын едәуір төмендетеді және нәтижелердің дұрыстығын арттырады.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Сүт өнімдері // Энциклопедия : [ 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-баспа.
2. FDA.gov қышқылданған және әлсіз қышқыл консервіленген өнімдер туралы ереже. - 2010 жылдың 10 қаңтарында қол жеткізу; 2009 жылы 27 желтоқсанда wayback Machine мұрағатталды.
3. Л. И. Селевцов, Автоматизация технологических процессов. Учебник: Издательский центр "Академия"

## IMPLEMENTATION OF THE HUMAN RESOURCE MANAGEMENT ALGORITHM

### **Introduction**

The efficient management of human resource processes within the Quality Management System (QMS) today involves their development and functioning in accordance with the human resource management frameworks. However, from the date this conceptual approach has been originated and till now, there is no agreed opinion in both scientific literature and HR practice regarding development of processes for HR staffing and management [1].

The analysis shows that they still do not always use human resources in the most efficient and reasonable manner when designing and operating a set of quality management systems. Meanwhile, production enterprises have sufficient opportunities to identify defects of their QMS, systematically and thoroughly study the actual economic effects of investments spent on their creation and implementation.

The modern HR management within the Quality Management System (QMS) is carried out in the context of the human resource management frameworks that consider the employees as, on one side, the most critical specific resource determining the success and competitiveness of an enterprise, and, on the other side, an internal consumer of the Incentive System (salaries and benefits, career advancement, training programme, significance and prestige value of the work) that is offered to the employees for high quality and productive labour [2-3].

The following issues hold a specific place among the theoretic and methodical problems of managing the motivation models within the QMS:

### **Development of the process for identification of the personal values**

The process model “Employee Motivation Management” clearly identifies the providers and consumers of the motivation processes, their input and output parameters, as well as performance and efficiency indicators, provision of resources for such processes and development of the controlling documents.

The provider of motivation processes is an enterprise that is willing to create conditions as “reward expectations” (salaries and benefits, career advancement, training programme, significance value of the work) for the employees for their labour potential, high quality and efficient labour, and the employees are considered as the internal consumer of such conditions [4]. The extension of agreement between employees’ expectations in regard to the reward system and capabilities of the enterprise determines the employees’ satisfaction with their own work activities, on one hand, and competitive growth of the enterprise by means of motivated and competent employees capable for high quality and efficient labour, which allows to create products that meet requirements and expectations of consumers, on the other.

### **Questionnaire Construction**

The Questionnaire comprises 190 pairs of statements corresponding to 20

organizational values (Table 1). A sufficiently large questionnaire material (190 pairs of compared statements) that is offered to the respondents will ensure high validity of the used research tool. This is evidenced by the reliability figures (adjusted reliability factor by Spearman–Brown) and validity, which appeared to be statistically significant.

Table 1. The organizational values and corresponding statements

Organizational values	Corresponding statements
1. Managing authorities	Opportunity to influence other people or the course of events
2. Standard activities	Standard activities and implemented procedures
3. Deadlines for the obligation fulfilment	Deadlines to fulfil the obligations
4. Performance	Exact compliance of the activity results with the targets
5. Comfortable working conditions	Convenient and comfortable working conditions
6. Professional advancement	Opportunities for professional advancement
7. Social status	Opportunism to maintain self-concept
8. Loyalty of informal group	Support of friends
9. Loyalty of management	Support of management
10. Involvement in management	Proximity to the manager
11. Enterprise's customs	Declared principles and values of the enterprise
12. Personal safety	Maintaining personal safety, good standing
13. Prospects and potential attainments	Availability of development prospects within the enterprise
14. Responsibility for the deliverables	Responsibility for the deliverables within the authority
15. Career	Career opportunities
16. Financial interests	Opportunities to receive the due material remuneration
17. Creativity and inventions	Opportunities for creativity and inventions in the working place
18. Job enrichment (work expansion)	Improving professional skills
19. Opportunities for higher earnings	Opportunities to obtain higher-paid employment
20. Fairness (transparency) of the material remuneration	Opportunities to receive the remuneration based on the deliverables

The way this questionnaire works is based on the method of complete paired comparison. An employee is offered to choose one of two values (alternatives) with the same number. For this purpose, he/she compares pair statements in the left (A) and right (B) column and choose the one he/she can sacrifice or neglect.

This approach is based on the statement that it is hard for a person to decide what matters for him/her. However, he/she knows for sure what does not.

***Calculation of each employee's score for every value***

The obtained scores are recorded in the table for further statistical processing based on the well-known statistical criteria [5]. The data of one testee form one row, data on one value form one column.

***Ranking the score***

The employee's values shall be ranked. The first rank is the highest and corresponds to the value with the lowest number of points (R = 1). The value with the highest number of points is considered as the least important and assigned with rank R = n, where n – a number of values studied (R = 20).

If a testee consider several values to be equal, than they are assigned with the same rank like sum of the alternative places with their inline arrangement divided by their number (1):

$$R_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n i}{k}, \tag{1}$$

Where  $R_{ij}$  – a rank of several equal values;  $i$  – places of values with their inline arrangement;  $k$  – a number of equal values;  $n$  – total number of values studied.

***Calculating the factor of weight and group values***

The factor of weight ( $g_i$ ) for every value is determined from the proposed questionnaire material by formula (2):

$$g_i = \frac{mn - S_i}{0,5mn(n-1)}, \tag{2}$$

where  $m$  – number of members of the work group;  $n$  – number of values;  $S_i$  – sum of the rankings  $R_{ij}$  of the group members for every value, which is calculated by formula (3):

$$S_i = \sum_{j=1}^m R_{ij}, \tag{3}$$

Highly critical (prevailing) group values are determined ( $g'_i$ ) by formula (4):

$$g'_i > \frac{1}{n}, \tag{4}$$

where  $n$  – number of values.

***Determining the type of motivation***

The type of employee's motivation intended to meet their prevailing values to be determined. For this purpose, you need determine what type of motivation the prevailing values revealed belong to [4]: Motivation focused mainly on the job depth; Motivation focused mainly on the social significance of the job; Motivation focused mainly on the material significance of the job; Motivation focused mainly on the balance of various values.

***Development of the motivation programme***

The development of the motivation programme requires to define to what extent the employees agree on the group values, i.e. to determine the consistency of their opinions.

To assess the consistency of opinions of the work group members, the Kendall's coefficient of concordance (consistency) shall be determined (5):

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (5)$$

Here  $S_i$  – the sum of ranks of the group members for every value studied (6):

$$S_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n R_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = 0,5m(n+1) \quad (6)$$

Where  $m$  – number of the group members;  $n$  – number of values studied;  $T_j$  – index of sameness, which is calculated by formula (7):

$$T_j = \sum_{j=1}^u (t_j^3 - t_j), \quad (7)$$

Where  $t_j$  – number of same ranks of  $j$ -th group member;  $u$  – number of groups with same ranks of  $j$ -th group member.

The Kendall's coefficient of concordance assume a value in the range  $0 \leq W \leq 1$  and is calculated by formula (8):

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (8)$$

The consistency of opinions of the group shall be considered as acceptable when value  $W \geq 0,6$ , is statistically significant with confidence probability of  $P = 1 - \alpha$ .

Significance of  $W$  value is assessed against the criteria  $\chi^2$  by formula (9):

$$\chi^2 = Wm(n-1) > \chi^2(1-\alpha)f, \quad (9)$$

Where  $W$  – coefficient of concordance;  $m$  – number of work group members;  $n$  – number of values studied;  $f$  – number of degrees of freedom.

If  $\chi^2 > \chi^2(1-\alpha)f$ , where  $f = (n-1)$  – number of degrees of freedom, then the coefficient of concordance  $W$  is statistically significant.

If the consistency of the work group members is acceptable and statistically significant, then the motivation programme shall be developed based on the prevailing values revealed.

If the group members' opinions are not consistent, then we need to identify the employees with the opinions different to the others'. For this purpose, we need to calculate the Spearman's rank correlation coefficient for the individual employees' ranks and mean ranks of other employees.

The rank correlation coefficient ( $\rho$ ) is determined by formula (10):

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (R_{ij} - \bar{R}_{(i)})^2}{(n^3 - n) - 0,5 \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (10)$$

Where  $R_{ij}$  - the ranks of given employee;  $\bar{R}_{(i)}$  - mean ranks of other employees;  $n$  – number of values studied;  $m$  – number of experts;  $T_j$  - index of sameness.

$\rho \leq 0,5$  means that the ranks of given employee cannot be correlated with general ranks of the group, which makes necessary to study his prevailing value guides and develop an individual motivation programme.

### **Conclusion**

The proposed methods for identification of the employees' personal values and motivating factors allow for both identification of the prevailing personal values of the employees (and improve the data reliability), and establish directions for the motivation programme that meets the employees' requirements and expectations.

### **REFERENCES**

- 1) Noe R. A. et al. Human resource management: Gaining a competitive advantage. – New York, NY : McGraw-Hill Education, 2017.
- 2) Miles R. E., Snow C. C. Designing strategic human resources systems //Organizational dynamics. – 1984. – T. 13. – №. 1. – C. 36-52.
- 3) Hendrickson A. R. Human resource information systems: Backbone technology of contemporary human resources //Journal of Labor Research. – 2003. – T. 24. – №. 3. – C. 382-394.
- 4) Kavanagh M. J., Johnson R. D. (ed.). Human resource information systems: Basics, applications, and future directions. – Sage Publications, 2017.
- 5) Stone D. L. et al. The influence of technology on the future of human resource management //Human Resource Management Review. – 2015. – T. 25. – №. 2. – C. 216-231.

УДК 622.831

Айдынов А.С., Бейсенбекова Ж.Б. (17-ГТК-1), Апшикур Б. (ВКГТУ им. Д. Серикбаева)

## СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ МЕЖДУ ТАХЕОМЕТРОМ И GPS

Развитие науки связано с развитием инструментов и методов измерений, а также методов вычислений взаимной и пространственной позиции предметов, параметров Земли и изменения этих параметров во времени.

Основной геодезический обзор - средства изучения и методы точных геодезических измерений, а также методы математической обработки исходных измерений с целью конструкция и прикрепляя к району планирующегося и высотные отметки на государственные геодезические сети (эти три дисциплины традиционно делают обслуживание глобальной геодезии - геодезический обзор).

Приемники, работающие в системе GPS (или системе ГЛОНАС) – высокоточное оборудование, используемое для получения точных данных при выполнении кадастровых и геодезических работах. GPS геодезия позволяет сократить временные и трудовые затраты и облегчает выполнение инженерно-геодезических изысканий.

### *Задача GPS измерений.*

GPS (система глобального позиционирования) представляет собой 24 спутника, скоординированных между собой, и передающих навигационную информацию на землю. Прием данных осуществляется спутниковыми приемниками, как простыми, задействованными в навигаторах, так и технически сложными, установленными в высокоточном, в том числе и геодезическом, оборудовании[1].

При помощи GPS решаются задачи по созданию съемочных и опорных сетей, проводится исполнительная топографическая съемка, вынос проектов в натуру, привязка результатов измерений к государственной геодезической сети.

### Принцип работы приемников GPS

Спутниковая GPS геодезия все спутники постоянно передают сигналы с орбитальными координатами и точным временем отправки. GPS-приемник, принимающий информацию от нескольких таких спутников, рассчитывает их взаимное расположение и расстояние до каждого, получая в итоге абсолютно точные координаты точки приема. Расстояние до спутника вычисляется благодаря разнице времени отправки и получения сигнала, а точность данных гарантируется высокоточными часами, установленными как на спутнике (погрешность которых составляет 10<sup>-9</sup> секунды/год), так и в принимающем устройстве.

Для определения широты и долготы места установки приемника, достаточно сигналов, получаемых от трех источников, для того, чтобы выяснить и высоту от уровня моря. Скорость и точность определения местоположения зависит от количества принимаемых сигналов.

Передаваемые спутниками сигналы закодированы, поэтому приемные устройства, не оснащенные специальными дешифраторами, принимают только открытые коды с невысокой точностью позиционирования. В отличие от бытовых приборов, геодезические приемники обрабатывают «закрытые», платные, частоты. Второе отличие – геодезисты работают, как минимум, с двумя принимающими устройствами, одно из которых располагается на месте определения координат, а второе – на базе, месторасположение которой известно заранее. В итоге точность положения первого составляет 1-2 сантиметра.

Тахеометр - это прибор, используемый для измерения вертикальных и горизонтальных углов, превышений и длин линий. Несмотря на компактный размер, он является инструментом, объединяющим в себе функции теодолита и светодальномера. Наличие микропроцессора с мощным программным обеспечением позволяет производить необходимые измерения и расчеты быстро и с минимальной погрешностью, а также запоминать и обрабатывать большой объем информации[2].

Тахеометр широко используются в геодезии для решения многих задач. Такое универсальное устройство, как электронный тахеометр позволяет сохранять силы и времени для решения многих задач. Возможность передачи данных, производимых в течение измерений через специальный интерфейс в компьютере с последовательной обработкой, делают тахеометр одним из самых незаменимых устройств.

Все тахеометры можно разбить на три основные группы:

- Элементарный электронный тахеометр;
- Устройства среднего класса;
- Электронный тахеометр (полная станция).

Основные свойства - непревзойденная амплитуда, скорость и точность измерений. Полные станции развиваются, принимая во внимание максимальное удобство работы пользователя. Высокоточный электронный тахеометр предназначаются для решения важных геодезических задач. Полная станция проектируется для измерения косых расстояний, горизонтальных и вертикальных углов и поднятия, в топографических и геодезических работах, тахеометрические обзоры, также и для решения прикладных геодезических задач. Исходные измерения могут быть записаны в оперативной памяти и перенесены к интерфейсу персонального компьютера.

Для сравнения двух этих приборов можно взять местность в окраине города а также внутри города. Внутри города точность измерения GPS будет не так уж точна, так как будут мешать сооружения и иные помехи для взятия отсчетов. Возьмем для сравнения этих двух приборов разбивку местности.

После того как отсчеты будут взяты введем данные в коррелятивный способ уравнивания для большей точности данных отсчетов.

В коррелятивном способе решаются 2 задачи: получение наиболее достоверных значений конечных результатов и оценка их точности. Коррелятивный способ основывается на том, что измеренные величины в геодезических сетях связаны между собой определенными математическими

соотношениями. Число измеренных величин должно быть больше числа определяемых параметров. Например, для определения координат X и Y пункта угловой засечкой необходимо измерить две величины (необходимых) 2 угла с 2 пунктов, но для контроля всегда измеряют 3-ий угол – величину избыточную, получается замкнутый треугольник сумма углов должна быть равна 180°. Ошибки измерений нарушают это условие и обуславливают невязку в сумме углов, по величине которой судят о качестве измерений.

Число условных уравнений  $r$  равно числу условий в сети или отдельном построении и определяется числом избыточных измеренных величин:  $r = n - k$ , где  $n$  – число всех измеренных величин,  $k$  – число необходимых измеренных величин, равное числу определяемых параметров [3].

1) Сведения из теории матриц приведены в том объеме, который необходим для последующего краткого изложения курса ТМОГИ. Таблица чисел, содержащая  $m$  строк и  $n$  столбцов, называется матрицей размера  $m \times n$ .

$$A_{mn} = \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \dots \\ a_{m1} \end{pmatrix} = a_{ij} \quad (1)$$

2) Сложение матриц, матрицы одинакового размера можно складывать.

$$C_{mn} = A_{mn} + B_{mn}; c_{ij} = a_{ij} + b_{ij} \quad (2)$$

3) Умножение матриц, матрицы можно умножить, если число столбцов первой матрицы равно числу строк второй.

$$C_{mk} = A_{mn} * B_{nk} \quad (3)$$

$$c_{ij} = a_{i1} * b_{1j} + a_{i2} * b_{2j} + \dots + a_{in} * b_{nj} \quad (4)$$

При:  $(i = 1, 2, \dots, m), (j = 1, 2, \dots, k)$

4) Транспонирование матриц

Если в матрице  $A_{mn}$  поменять местами строки и столбцы, получим транспонированную матрицу  $A_{nm}^T$

5) Обратная матрица

Квадратная матрица называется неособенной, если ее определитель не равен нулю. Всякая неособенная матрица имеет обратную. Это такая матрица  $A^{-1}$ , которая будучи умножена на исходную  $A$  слева или справа, дает единичную

$$A^{-1}A = AA^{-1} = E \quad (5)$$

Свойства обратной матрицы:

$$(A^{-1})^{-1} = A; (A B C)^{-1} = C^{-1} B^{-1} A^{-1} \quad (6)$$

Обратная матрица произведения равна произведению обратных матриц, взятых в обратной последовательности;

$$(A^{-1})^T = (A^T)^{-1} \quad (7)$$

В итоге возьмем контрольные итоги по которым можно определить точности данных приборов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спутниковые системы позиционирования. Конспект лекций / Р.В. Загретдинов, Каз. федер. ун-т. – Казань, 2014. – 148 с.
2. Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение: Учебник для вузов. – М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2011. – 583 с. – (Gaudeamus).
3. ТЕОРИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ. Уравнивание геодезических сетей коррелятным способом: Методические указания к лабораторным работам / Национальный минеральносырьевой университет «Горный». Сост. А.В. Зубов. СПб, 2016. 26 с.

## ДЕРБЕС ТУЫНДЫЛЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ СҰРАҚТАРЫ

Математикалық физиканың қарастыратын мәселелері әртүрлі физикалық үрдістермен тығыз байланысты. Гидродинамикада, серпімділік теориясында, электродинамикада және т.б. салаларда зерттелетін құбылыстарды талдауға құрылған математикалық есептердің жиі кездесетін ортақ элементтері математикалық физиканы айқындайды. Ғылымның осы саласында қолданылатын әдістер шын мәнінде математикалық зерттеу болып табылады. Алайда, физикалық мәселелермен тікелей байланысты болғандықтан математикалық физика есептерінің өзіндік ерекше белгілері бар екенін атап өту қажет [1].

Дербес туындылы дифференциалдық теңдеулердің жай дифференциалдық теңдеулер сияқты шексіз көп шешімдері бар болады. Математикалық модельдің физикалық процесті толықтай сипаттауы үшін бастапқы, шекаралық, шектік деп аталатын қандай да бір қосымша шарттар қажет. Бастапқы шарттардың нәтижесінде қарапайым дифференциалдық теңдеулер үшін шешімнің бар және жалғыз болуы теоремасының шарттары орындалатын Коши есебін алдық. Дербес туындылы дифференциалдық теңдеу үшін де бастапқы шарттар қою арқылы Коши есебін алуға болады [1]. Математикалық физика теңдеулерінде бастапқы шарттар уақыттың бастапқы моментіндегі физикалық процестің сипаттамасын анықтайды. Бұл шарттардың қарапайым дифференциалдық теңдеулерге қойылатын бастапқы шарттардан өзгешелігі бар [2-3].

$U_{tt} = a^2 U_{xx}$  - толқындық теңдеу үшін

$$U(x,0) \equiv U(x,t)|_{t=0} = \varphi(x), \quad U_t(x,0) \equiv U_t(x,t)|_{t=0} = \psi(x) \quad (1)$$

түрінде берілетін екі бастапқы шарт қойылады. Бірінші шарт уақыттың бастапқы моментіндегі ішектің ауытқуын, ал екінші шарт уақыттың бастапқы моментіндегі ішек нүктелерінің жылдамдығын сипаттайды. Толқындық теңдеу жазықтықта немесе кеңістікте берілсе, онда олар үшін де екі бастапқы шарт қойылады. Мұндағы  $\varphi$  және  $\psi$  функциялары сәйкесінше екі немесе үш тәуелсіз айнымалыларға байланысты функциялар [4-5].

$U_t = a^2 U_{xx}$  - жылуөткізгіштік теңдеуі үшін

$$U(x,0) \equiv U(x,t)|_{t=0} = \varphi(x), \quad (2)$$

түрінде берілетін бір бастапқы шарт қойылады. Мұндағы  $\varphi(x)$  стерженьдегі уақыттың бастапқы моментіндегі температураның таралуын сипаттайтын

функция. Жазықтықта, кеңістікте берілген жылуөткізгіштік теңдеуі үшін де (2) сияқты бір бастапқы шарт қойылады. Тек мұндағы  $\varphi(x)$  функциясы сәйкесінше екі немесе үш тәуелсіз айнымалыға байланысты болады.

Егер ішектің немесе стерженьнің ұзындығы ақырлы болса, онда олардың ұштарының әсерін есепке алмауға болмайды. Мұндай жағдайда бір ғана бастапқы шарт есептің шешімінің жалғыздығын қамтамасыз ете алмайды. Сондықтан ұштарына қосымша шарттар қою керек. Ондай шарттарды шекаралық немесе шектік шарттар деп атайды.

Көбінесе ішек тербелісі үшін негізінен үш түрлі шекаралық шарттар қарастырылады. Олар:

1) бірінші шекаралық шарттар

$$U(0,t) = U(x,t)|_{x=0} = g_1(x), \quad U(\ell,t) = U(x,t)|_{x=\ell} = g_2(x) \quad (3)$$

(3) шекаралық шарттарының физикалық мағынасы ішектің шеткі нүктелеріндегі тербелісін сипаттайды. Егер  $g_1(x) = g_2(x) = 0$  болса, онда (3) шекаралық шарттар ішектің ұштары қатты бекітілгенін білдіреді.

2) екінші шекаралық шарттар

$$U_x(0,t) = U_x(x,t)|_{x=0} = g_1(x), \quad U_x(\ell,t) = U_x(x,t)|_{x=\ell} = g_2(x) \quad (4)$$

мұндай шарттар ішектің ұштары тік бағытта кедергісіз қозғалып отыратын жағдайда қойылады. Өйткені ішектің сол және оң жақ ұштарына әсер ететін күштер  $T_0 U_x(0,t)$ ,  $T_0 U_x(\ell,t)$  өрнектері арқылы анықталады. Сондықтан (4) шекаралық шарттарының физикалық мағынасы ішектің шеткі нүктелерінде қандай да бір күштердің әсер ететіндігін сипаттайды. Егер  $g_1(x) = g_2(x) = 0$  болса, онда (4) шекаралық шарттар ішектің ұштарының бос екендігін білдіреді. Бұл жағдайда ішектің ұштарына ешқандай күштер әсер етпейді.

3) үшінші шекаралық шарттар

$$U_x(0,t) - hU(0,t) \equiv (U_x(x,t) - hU(x,t))|_{x=0} = g_1(x), \quad (5)$$

$$U_x(\ell,t) + hU(\ell,t) \equiv (U_x(x,t) + hU(x,t))|_{x=\ell} = g_2(x), \quad h > 0$$

мұндағы  $h = \frac{k}{T_0}$  тұрақтысының мәні  $k$ -серпімділік коэффициентіне байланысты.

Көрсетілген жағдайда  $k$ -коэффициентінің мәні екі ұшында бірдей. Кері жағдайда ішектің ұштарындағы  $h$ -тің мәндері әр түрлі болады. Мұндай шарттар ішектің ұштары серпінді бекітілген жағдайға сәйкес келеді [4-5].

Жылуөткізгіштік теңдеулері үшін қойылатын шекаралық шарттардың түрлері толқындық теңдеулер үшін қойылатын шекаралық шарттардың түрлерімен бірдей, тек олардың физикалық мағынасы әртүрлі. Жылуөткізгіштік теңдеуі үшін (3) бірінші шекаралық шарттарының физикалық мағынасы стерженьнің ұштарындағы температураны сипаттайды. Егер стерженьнің ұштарындағы температура уақыт өткен сайын өзгермейтін болса, онда  $g_1(t) \equiv T_1$

және  $g_2(t) \equiv T_2$  болады. Мұндағы  $T_1$  және  $T_2$  тұрақты шамалар. Егер стерженьнің ұштарындағы температураның мәні уақыт өткен сайын нолден өзгермесе, онда  $T_1 = T_2 = 0$  болады, жылуөткізгіштік теңдеуі үшін (4)-екінші шекаралық шарттарының физикалық мағынасы стерженьнің ұштарындағы жылу мөлшерін сипаттайды. Егер  $g_1(t) \equiv 0$  және  $g_2(t) \equiv 0$  болса, онда (4) шекаралық шарттарының физикалық мағынасы стерженьнің ұштары жылу өткізбейді дегенді білдіреді, яғни стерженьнің ұштарында жылу алмасу болмайды. Егер стерженьнің ұшында сыртқы қоршаған ортамен Ньютон заңы бойынша жылу алмасу орындалады десек, онда стерженьнің ауданы 1-ге тең болатын қимасы арқылы 1 секундта ағып өтетін жылу мөлшеріне тең болатын жылу ағынының тығыздығы  $q(x,t)$  стержень мен қоршаған ортаның температураларының айырымына тура пропорционал болады, яғни

$$q(x,t) = H_1(U - U_0),$$

мұндағы  $H > 0$  сыртқы ортамен жылу алмасу коэффициенті,  $U_0$  сыртқы ортаның температурасы. Сондықтан стерженьнің сол жақ ұшы арқылы өтетін жылу мөлшері -  $H_1(U|_{x=0} - g_1(t))S\Delta t$ . Мұндағы  $g_1(t)$  стерженьнің сол жақ ұшындағы қоршаған ортаның температурасы. Екінші жағынан стерженьнің теңдеуін қорытып шығару кезінде оның сол жағы арқылы өтетін жылу мөлшері

$Q_1 = -kSU_x|_{x=0}\Delta t$  тең болатынын көрсеткен болатынбыз. Жылу мөлшерінің сақталу заңын пайдаланып

$$-kSU_x|_{x=0}\Delta t = -H_1(U|_{x=0} - g_1(t))S\Delta t$$

$$U_x|_{x=0} = \lambda_1(U|_{x=0} - g_1(t)), \quad \lambda_1 = \frac{H_1}{k} > 0 \quad (6)$$

теңдігі түрінде анықталатын стерженьнің сол жақ ұшында қойылатын үшінші шекаралық шарттың бірінші теңдігіне келеміз. Дәл осы сияқты стерженьнің оң жақ ұшына қойылатын шекаралық шарт

$$U_x|_{x=l} = -\lambda_2(U|_{x=l} - g_2(t)) \quad (7)$$

теңдігі арқылы анықталатындығын көрсету қиын емес. Мұндағы  $g_2(t)$  стерженьнің оң жақ ұшындағы қоршаған ортаның температурасы, ал  $\lambda_2 = \frac{H_2}{k} > 0$ . (6-7) үшінші шекаралық шарттар бірінші және екінші шекаралық шарттарға қарағанда жалпырақ. Мысалы, егер стерженьнің қандай да бір ұшынан жылу алмасу болмаса, онда біз екінші шекаралық шартқа келеміз. Егер мысалы, сыртқы ортамен жылу алмасу коэффициенті өте үлкен болса, онды (7) теңдігінен, яғни

$$U_x|_{x=0} \equiv \lambda_1(U|_{x=0} - g_1(t)) \Rightarrow U|_{x=0} - g_1(x) = \frac{1}{\lambda_1}U_x|_{x=0} = \frac{k}{H_1}U_x|_{x=0}$$

$H_1$  шексіздікке ұмтылған кезде  $U|_{x=0} = g_1(t)$  бірінші шекаралық шартқа келеміз.

Жазықтықта, кеңістікте қарастылатын жылуөткізгіштік теңдеулері үшін де бірөлшемді жылуөткізгіштік теңдеуіне қойылатындай шекаралық шарттар қойылады. Мұндай жағдайларда облыстың шекарасы жазықтықтағы тұйық  $\Gamma$  қисығын немесе кеңістіктегі  $\Omega$  тұйық бетін анықтайтын болады. Осыған байланысты екінші және үшінші шекаралық шарттардағы белгісіз функцияның туындысы сәйкесінше жазықтықта  $\Gamma$  қисығына сырттай жүргізілген  $\vec{n}$  нормаль бағытында алынған туындыға, ал кеңістікте  $\Omega$  бетіне сырттай жүргізілген  $\vec{n}$  бағытында алынған туындыға өзгереді. Мысалы, жазықтықтағы біртекті бірінші шекаралық шарт  $U|_{\Gamma} = 0$ , ал кеңістікте  $U|_{\Omega} = 0$  түрінде анықталады. Екінші шекаралық шарт жазықтықта  $\frac{\partial U}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma} = 0$ , ал кеңістікте  $\frac{\partial U}{\partial \vec{n}}|_{\Omega} = 0$  теңдігі түрінде анықталады. Әлбетте, бұл шекаралық шарттардың физикалық процестерінің түрлеріне байланысты физикалық мағыналары әртүрлі болады. Мысалы, мембрананың тербелісін қарастырған кезде қойылатын  $U|_{\Gamma} = 0$  шарты мембрананың ұштарының қатты бекітілгенін сипаттайтын болса, онда ол пластинкада жылу таралу процесін қарастырған кезде пластинканың ұштарында нөлдік температура сақталатындығын сипаттайды.

Дәл осы сияқты  $\frac{\partial U}{\partial \vec{n}}|_{\Gamma} = 0$  және  $\frac{\partial U}{\partial \vec{n}}|_{\Omega} = 0$  сырттай өте ұқсас болғанмен бірінші шарт пластинкада жылу таралу процесін қарастырған кезде пластинканың ұштары жылу өткізбейтіндігін, ал екінші шарт кеңістікте берілген денедегі жылу таралу процесін қарастырған кезде, денені қоршаған беттің жылу өткізбейтіндігін сипаттайтын болады.

## ҚОЛДЫНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сыздықова З., Ибатов А. Математикалық физика теңдеулері. - Астана, 2011. -315 с.
2. Рамазанов М.И., Мұхтаров М., Әділбек Н. Математикалық физиканың негізгі теңдеулері: оқу құралы. - Қарағанды: Ақ Нұр, 2012. -324 бет
3. Тихонов А. Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1977, 735 с.
4. Бицадзе А.В., Калинин Д.Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики. М.: Наука, 1985, 312 с.
5. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. М.: «Высшая школа», 1964, 560с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ

**Аннотация:** В статье моделируются стратегии технического обслуживания медицинского оборудования на примере имитационного подхода. Время отказов и восстановление работоспособности являются случайными и генерируются программно. В модели рассматриваются три стратегии. Первая стратегия - контрактная на договорных условиях со сторонними организациями. Вторая стратегия предусматривает организацию работ собственными силами. Третья стратегия состоит в организации региональной фирмы по обслуживанию и ремонту медицинской техники.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, ремонт, медицина, прибор, оборудование, модель, отказ.

**Abstract:** The article simulates strategies for the maintenance of medical equipment on the example of a simulation approach. Failure times and recovery are random and generated programmatically. The model considers three strategies. The first strategy is contractual with external organizations. The second strategy involves the organization of work on its own. The third strategy is to organize a regional medical equipment maintenance and repair company.

**Keywords:** maintenance, repair, medicine, device, equipment, model, failure

**Введение.** Разработка системы эффективного технического обслуживания и ремонта медицинского оборудования становится невозможной методами «проб и ошибок» или на доминировании только прошлого опыта, которые долгое время практиковались в «дзюночный» период [1,5]. Поэтому становятся крайне необходимыми и экономически эффективными этапы моделирования новых проблемных ситуаций в принятии важных проектных решений.

**Результаты исследований.** Моделирование процесса технического обслуживания (ТО) и ремонта (ТР) начинается с определения цели и границ системы. Цели могут быть локальными, если ограничиваться только процессом технического обслуживания и ремонта оборудования или целями более высокого уровня (надсистемными), если рассматривать весь процесс оказания медицинских услуг и качество этого процесса. Наиболее продуктивным подходом в достижении поставленной цели, как следует из анализа первого раздела работы, следует считать – подход с позиции жизненного цикла продукта [3,4].

Эффективное использование изделия, заключающееся в обеспечении того, что оно выполняет свое назначение, определяется качеством управления процессами ЖЦ изделия (ЖЦИ) на всех его этапах [2,5]. Управление ЖЦИ базируется на использовании информационных технологий, разрабатываемых в соответствии со стандартами ISO 9004. Концепция и идеология информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях,

основана на использовании единого информационного пространства (интегрированной информационной среды), обеспечивающая единообразные способы информационного взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции (включая государственные учреждения и ведомства), поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная посредством нормативных документов (НД), регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными.

После определения цели, необходимо выявить и ранжировать критерии эффективности функционирования системы. Модель должна количественно оценить вероятные альтернативные решения в организации ТО и ТР по заданным критериям эффективности. Наиболее приемлемым методом моделирования исследуемых процессов является имитационное моделирование (ИМ). Имитационному моделированию свойственна концепция итеративного построения, в ходе которого модель изменяется путём добавления новых или исключения некоторых её элементов и (или) взаимосвязей между ними. Имитационная модель позволяет оценить целесообразность определенной стратегии ТО и ТР как для каждого конкретного медицинского аппарата (комплекса), так и всей системы ТО и ТР медицинского объединения в целом, путем оптимизации затрат на ТО и ТР. Очень важной составляющей процесса оптимизации ТО и ТР является его организация, начиная с закупок оборудования и заканчивая его списанием по истечении нормативного срока эксплуатации. Моделирование позволяет строить прогнозы качества стратегии ТО и ТР с учетом намечающихся тенденций в системе управления здравоохранением отдельного государства и мировой практике.

Задача моделирования состоит в повышении качества технического обеспечения лечебно-диагностического процесса медицинского учреждения путем вариантного анализа конкурирующих стратегий ТО и ТР и их применения на практике.

В модели рассматриваются три стратегии.

Первая стратегия - контрактная на договорных условиях со сторонними организациями. Договор заключается на определенный период.

Вторая стратегия состоит в организации ТО и ТР собственными силами, что потребует организационных и прочих затрат на создание специальной внутренней структуры.

Третья стратегия состоит в организации региональной фирмы по обслуживанию и ремонту медицинской технике.

В общем виде решающее правило выбора стратегии можно представить следующим выражением

$$C_i(T) < C_g \quad (1)$$

где  $C_i(T)$  - Затраты на ТО и ТР штатным подразделением

$C_g$  – Затраты на эти же цели на договорных условиях со сторонней организацией.

Путем сравнения суммы контракта на обслуживание техники сторонней организацией с суммой затрат на ТО и ТР штатным подразделением выбирается вариант с меньшими затратами. Если неравенство (2.5) справедливо, то договорной вариант дороже, чем ТО и ТР собственными силами.

Главная проблема в реализации, предложенного неравенства на практике состоит в разработке адекватной математической или иной модели, позволяющей количественно оценить варианты затрат.

В результате наблюдений, которые проводились в отделе технического обслуживания оборудования ВК ОМО, а также по данным аналогичных структур в других областных центрах Казахстана было установлено, что распределение времени наработки на метрологические отказы для всех интервалов не противоречит нормальному закону.

В имитационной модели для каждого периода используется свой закон распределения  $f_1(t)$ ,  $f_2(t)$ , ...  $f_9(t)$  с параметрами распределения:

$t_1$  ср – среднее значение наработки на отказ в первый год эксплуатации гарантии;

$t_2$  ср – среднее значение наработки на отказ во второй год эксплуатации;

$t_3$  ср – среднее значение наработки на отказ в третий год эксплуатации.

$\sigma_1$  - среднее квадратическое отклонение распределение в первый год эксплуатации;

$\sigma_2$  - среднее квадратическое отклонение распределение во второй год эксплуатации;

$\sigma_3$  - среднее квадратическое отклонение распределение в третий год эксплуатации;

$\sigma_9$  - среднее квадратическое отклонение распределение в девятый год эксплуатации.

Известно, что с момента ввода объекта в эксплуатацию, что соответствует участку 0-T1 (период приработки), интенсивность отказов велика и велики затраты на их устранение. Затем следует длительный период нормальной эксплуатации с медленным трендом изменения показателей надежности в сторону уменьшения, как это демонстрируется на рисунке 1.1. Затраты на ремонт и техническое обслуживание также имеют тенденцию увеличения.

В имитационной модели весь парк оборудования ВК ОМО распределяется на девять классов по годам приобретения. Для каждого интервала (года) определяются количество эксплуатирующегося оборудования  $K_1, K_2, K_3 \dots K_9$ . Находятся отношения  $K_1 / K, K_2 / K, K_3 / K,$  и т.д., где  $K$ -общее количество исследуемого оборудования в ВК ОМО. Диапазон вероятности 0-1 делится на участки равные найденным отношениям.

Генерируется стандартное равномерно распределенное число  $X_i$ , и в зависимости от того, в каком интервале оно окажется, выбирается соответствующая «возрастная» (интервальная) группа оборудования. В соответствии с интервальной принадлежностью выбирается, соответствующий

данному интервалу закон распределения и генерируется в первом цикле время наступления первого отказа  $t_{11}$ . За тем генерируется стоимость устранения отказа, т.к. стоимость тоже величина случайная. Если  $t_{11}$  относится к первому году эксплуатации, то  $C_{11}$  суммируется как затраты по первому году, затем снова генерируется время второго отказа  $t_{12}$  и снова генерируется  $C_{12}$  и анализируется к какому периоду относится отказ  $t_{11}+t_{12}$  если к первому, то  $C_{11}+C_{12}$  относят к затратам первого года, а если нет то ко второму, но может случиться, что и к третьему. Когда время  $t_{11}+t_{12}+\dots+t_{1i}$  окажется больше 10 лет, то первый цикл прерывается и начинается второй цикл генерирование  $t_{21}, t_{22}, t_{23} \dots t_{2j}$ . Количество повторений внешних циклов равно  $K$  по количеству единиц оборудования. По истечении  $N$  циклов в каждом из трех лет накопится сумма затрат  $C_1, C_2, C_3$ . Эта сумма в каждом году есть результат  $N$  - кратного повторения, по этому надо найти среднее как:

$$\bar{C}_{1,2,3} = \frac{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^K C_{ij}}{N} \quad (2)$$

Сравнивая  $C_{1,2,3}$  с договорной суммой, принимается решение: если  $c_1 > c_g$  - прервать договор; если  $c_2 < c_g$  - продолжить договор. Модель, как динамический процесс отказов во времени, графически представлена на рисунке 1.

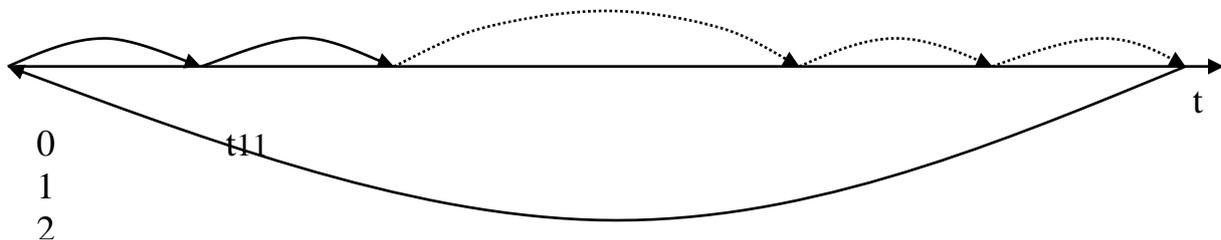


Рисунок 1- Имитационный процесс

В данном процессе время  $t_{ij}$  рассматривается как наработка на  $i$ -й отказ в  $j$ -м имитируемом цикле. Количество циклов повторения  $N$  вводится в ЭВМ и должно быть порядка ( $N= 10000$ ), чтобы получить статистически достоверные результаты.

Количество отказов-ремонтов  $K$  можно выбрать порядка  $K=50$ , т.е. за время эксплуатации, например 5-10 лет, в зависимости от типа оборудования, число отказов не превышает этой цифры, а в процессе «имитации» фактическое значение ограниченное 3-х летним периодом окажется еще меньше. Работа модели осуществляется следующим образом:

Генерируется в первом цикле время наступления первого отказа  $t_{11}$ . За тем генерируется стоимость устранения отказа, т.к. стоимость тоже величина случайная. Если  $t_{11}$  относится к первому году эксплуатации, то  $C_{11}$  суммируется как затраты по первому году, затем снова генерируется время второго отказа  $t_{12}$  и снова генерируется  $C_{12}$  и анализируется к какому году относится отказ  $t_{11}+t_{12}$

если к первому, то  $C_{11}+C_{12}$  относят к затратам первого года, а если нет то ко второму, но может случиться, что и к третьему. Когда время  $t_{11}+t_{12}+\dots+t_{1i}$  окажется больше 3-х лет, то первый цикл прерывается и начинается второй цикл генерирования  $t_{21}, t_{22}, t_{23} \dots t_{2i}$ . Количество повторений циклов  $N$ . По истечении  $N$  повторений подсчитывается средняя сумма затрат на устранение отказов за первый год по формуле (2)

Модель работает следующим образом.

В блоке 1 вводятся исходные данные моделирования.

В блоке 2 открывается цикл по переменной  $I$  определяющей количество циклов повторения процесса эксплуатации.

В блоке 3 открывается цикл генерирования отказов в  $I$ -м цикле.

В блоке 4 генерируется время  $T_{ij}$   $j$ -го отказа в  $i$ -ом цикле.

В блоке 5 генерируется величина затрат на устранение отказа.

В блоке 6 суммируется время эксплуатации в цикле, как сумма  $T_{ij}$ .

вышло ли оно за пределы трехлетнего периода

Если период эксплуатации менее 3-х лет, то повторяется генерирование очередного отказа в текущем цикле. По истечении  $N$  циклов в каждом из трех лет накопится сумма затрат  $C_1, C_2, C_3$ . Эта сумма в каждом году есть результат  $N$ -кратного повторения, по этому надо найти как среднее.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. Управление качеством лабораторных исследований. –М.: «Медицина», 2001.- 350 с.
2. Корнев В.А., Макенов А.А. Современные методы моделирования процессов принятия решений в системах управления.- Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ, 2008. – 148 с.
3. Rausand M., Hoyland A. (2004) System Reliability Theory: Models, Statistical Methods and Application. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004. 644 p. ISBN: 0-471-47133-X
4. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. Для вузов 3-е изд., перераб. И. доп. – М.: Выс. шк., 2001. – 343 с: ил.
5. Кулешов В.К., Корнев В.А. Моделирование процессов контроля и принятия решений: монография/ В.К. Кулешов, В.А. Корнев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 295 с.

## АЙЫРЫМДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУДЕ ТҮЙІНДЕС БАҒЫТТАР ӘДІСІН ҚОЛДАНУ

Табиғат құбылыстары мен үрдістерін зерттеу барысында эллиптикалық типтегі дербес туындылы дифференциалдық теңдеулері бар математикалық моделдер көптеп кездеседі [1-5]. Мысалы, сығылмайтын сұйықтықтар қозғалысын зерттеу барысында пайда болатын жылдамдық потенциалы мен стационар үрдістегі температураның үлестірілуі Лаплас теңдеуін қанағаттандырса, жылу көзі бар үрдіс Пуассон теңдеуі арқылы сипатталады [1-3]. Эллиптикалық типтегі теңдеулер үшін шекаралық есептер немесе Коши типіндегі есептер қойылады. Коши типінде қойылатын есептер корректілі бола бермейді, сондықтан оларды шешу үшін арнайы әдістер қажет. Эллиптикалық типтегі теңдеулерді шешу үшін, әдетте, шекаралық есептер қойылады. Мысалы,  $\Delta U = 0$  - Лаплас теңдеуі стационар процеске сәйкес келетін теңдеулердің бірі. Бұл жағдайда Лаплас теңдеуінің шешіміне бастапқы шарттың әсері болмайды. Сондықтан шекаралық шарттарда тек шектік шарттар ғана қатысады. Демек, Лаплас теңдеуі үшін үш түрлі шекаралық есеп қарастыруға болады [1,3].

Кеңістікте тұйықталған  $S$  беті берілсін.  $S$  беті кеңістікті екі облысқа бөледі.  $S$  беттің ішінде орналасқан облысты  $V^+$  деп белгілейік. Демек,  $V^+$  облысы шенелген, ал  $V^-$  облысы шенелмеген болады. Енді осы облыстарда анықталған Лаплас теңдеуіне қойылатын шекаралық есептерге тоқталайық.

$V^+$  облысында, яғни шенелген облыста берілген Лаплас теңдеуіне қойылатын шекаралық есептер:

1)

$$\Delta U^+ = 0 \quad (x, y, z) \in V^+$$

теңдеуін

$$U^+|_S = g(\bar{p}) \quad \bar{p} \in S$$

шекаралық шартын қанағаттандыратын  $C^2(V^+) \cap C(V^+ \cup S)$  класында жататын  $U^+(x, y, z)$  функциясын табуды Лаплас теңдеуіне қойылатын бірінші шекаралық есеп немесе ішкі Дирихле есебі.

2)

$$\left. \frac{\partial U^+}{\partial n} \right|_S = g(\bar{p}) \quad \bar{p} \in S$$

шекаралық шартын қанағаттандыратын  $C^2(V^+) \cap C'(V^+ \cup S)$  класында жататын  $U^+(x, y, z)$  функциясын табуды Лаплас теңдеуіне қойылған екінші

шекаралық есеп немесе ішкі Нейман есебі дейді. Мұндағы  $\bar{n}$  -  $S$  бетіне сырттай жүргізілген нормаль вектор, ал  $\frac{\partial U^+}{\partial n}$  арқылы  $U^+(x, y, z)$  функциясының  $\bar{n}$  нормаль бағыты бойынша алынған туындысы белгіленген.

3)

$$\Delta^+ U = 0, \quad (x, y, z) \in V^+$$

теңдеуін

$$\left. \frac{\partial U^+}{\partial n} \right|_S + h(U^+|_S - g(\bar{p})) = 0, \quad \bar{p} \in S$$

шекаралық шартын қанағаттандыратын  $C^2(V^+) \cap C^1(V^+ \cup S)$  класына жататын  $U^+(x, y, z)$  функциясын табуды Лаплас теңдеуіне қойылған үшінші шекаралық есеп. Лаплас теңдеуіне сәйкесінше жазық облыста қойылатын есептерді қарастыруға болады, олар сандық әдістер арқылы шешіледі. Мұндай теңдеулерді сандық шешу үшін торлар әдісінің ақырлы айырымдар және ақырлы элементтер әдістері жиі қолданылады [4]. Бұл әдістер бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленгенімен шешімді іздеу барысында пайда болатын алгебралық теңдеулер жүйесін шешу кезінде бір-біріне өте ұқсас, тіпті, кейде бірдей болып келеді.

Мақалада жазық облыста берілген моделдік Дирихле есебі мысалында эллиптикалық типтегі айырымдық есептерді сандық шешудің түйіндес градиенттер әдісі бойынша сандық шешудің алгоритмдері қарастырылған [1, 353-355 бб.].

Н гильберт кеңістігінде ерекшеленбеген  $A$  операторымен берілген

$$Au = f \tag{1}$$

түріндегі сызықтық операторлық теңдеуді жуықтап шешу үшін түйіндес бағыттар әдісін қарастырайық. Мұнда  $DB^{-1}A$  операторы өзіне-өзі түйіндес және оң анықталған. Түйіндес бағыттар әдісінде итерациялық жуықтаулар төмендегідей үш қабатты схема арқылы есептелінсін:

$$By_{k+1} = \alpha_{k+1}(B - \tau_{k+1}A)y_k + (1 - \alpha_{k+1})By_{k-1} + \alpha_{k+1}\tau_{k+1}f, \quad k = 1, 2, \dots, \tag{2}$$

$$By_1 = (B - \tau_1A)y_0 + \tau_1f, \quad y_0 \in H,$$

итерациялық  $\alpha_{k+1}$ ,  $\tau_{k+1}$  параметрлері келесі формулалар арқылы табылады:

$$\tau_{k+1} = \frac{(Dw_k, z_k)}{(Dw_k, w_k)}, \quad k = 1, 2, \dots, \tag{3}$$

$$\alpha_{k+1} = \left( 1 - \frac{\tau_{k+1}}{\tau_k} \frac{(Dw_k, z_k)}{(Dw_{k-1}, z_{k-1})} \cdot \frac{1}{\alpha_k} \right)^{-2}, \quad k=1, 2, \dots, \quad \alpha_1 = 1, \quad (4)$$

мұндағы  $w_k = B^{-1}r_k$  - түзету,  $r_k = Ay_k - f$  - үйлеспеушілік,  $z_k = y_k - u$  - қателік,  $u$  - (1) теңдеуінің шешімі.

Түйіндес бағыттар әдісін жүзеге асырудың екі алгоритмін қарастырайық. I алгоритм:

- 1) белгілі  $y_0$  мәні арқылы  $r_0 = Ay_0 - f$  үйлеспеушілік есептелінеді;
- 2)  $Bw_0 = r_0$  теңдеуінен  $w_0$  түзету есептелінеді;
- 3) (3) формуласы арқылы  $\tau_1$  табылады;
- 4)  $y_1 = y_0 - \tau_1 w_0$  формуласы арқылы  $y_1$  жуықтауы табылады;
- 5)  $r_k = Ay_k - f$  формуласы арқылы  $k=1, 2, \dots$  үшін үйлеспеушілік есептелінеді;
- 6)  $Bw_k = r_k$  арқылы  $k=1, 2, \dots$  үшін түзету есептелінеді;
- 7) (3),(4) формулалары арқылы  $\alpha_{k+1}, \tau_{k+1}$  итерация параметрлері табылады;
- 8)  $y_{k+1} = \alpha_{k+1}y_k + (1 - \alpha_{k+1})y_{k-1} - \alpha_{k+1}\tau_{k+1}w_k$  формуласы арқылы  $y_{k+1}$  жуықтауы есептелінеді.

Сонымен  $y_{k+1}$  жуықтауын есептеу үшін  $y_{k-1}, y_k, w_k$  мәндері пайдаланылады, яғни аралық ақпарат ретінде бұларды сақтап отыру қажет етіледі.

Егер (2) схеманы түзету арқылы өрнектеп жазсақ:

$$y_{k+1} = y_k - \alpha_{k+1}s_k, \quad s_{k+1} = w_{k+1} + b_{k+1}s_k,$$

$$k=0, 1, 2, \dots, \quad s_0 = w_0, \quad (5)$$

мұндағы  $w_k = B^{-1}r_k$ ,  $r_k = Ay_k - f$ , ал  $a_{k+1}, b_k$  параметрлері  $\alpha_{k+1}, \tau_{k+1}$  параметрлері арқылы анықталады:

$$a_{k+1} = \alpha_{k+1}\tau_{k+1},$$

$$b_k = \frac{(\alpha_{k+1} - 1)\alpha_k\tau_k}{\alpha_{k+1}\tau_{k+1}}$$

формулаларынан  $a_{k+1}, b_k$  үшін қажетті өрнектерді аламыз. (3),(4) формулаларынан:

$$b_k = \frac{(Dw_k, z_k)}{(Dw_{k-1}, z_{k-1})}, \quad k=1, 2, \dots \quad (6)$$

$$a_{k+1} = \frac{(Dw_k, z_k)}{(Ds_k, s_k)}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (7)$$

(5)-(7) формулалары түйіндес бағыттар әдісі үшін практикада жиі қолданылатын екінші алгоритмді береді. II алгоритм:

- 1) белгілі  $y_0$  мәні арқылы  $r_0 = Ay_0 - f$  үйлеспеушілік есептелінеді;
- 2)  $Bw_0 = r_0$  теңдеуінен  $w_0$  түзету есептелінеді;
- 3)  $s_0 = w_0$ ;
- 4) (7) формуласы арқылы  $a_1$  параметрі табылады;
- 5)  $y_1 = y_0 - a_1 s_0$  формуласы арқылы  $y_1$  жуықтауы табылады;

ары қарай  $k = 1, 2, \dots$  үшін біртіндеп

- 6)  $r_k = Ay_k - f$  формуласы арқылы үйлеспеушілік есептелінеді;
- 7)  $Bw_k = r_k$  арқылы түзету есептелінеді;
- 8) (6) формулалары арқылы  $b_k$  және  $s_k = w_k + b_k s_{k-1}$  формуласы арқылы  $s_k$  табылады;
- 9) (7) формуласы арқылы  $a_{k+1}$  параметрі табылады;
- 10)  $y_{k+1} = y_k - a_{k+1} s_k$  формуласы арқылы  $y_{k+1}$  жуықтауы есептелінеді.

Бұл алгоритмді пайдаланып  $y_{k+1}$  жуықтауын есептеу үшін де бірінші алгоритмдегідей көлемде  $y_k, w_k, s_k$  мәндерін аралық ақпаратты сақтап отыру қажет керек.

Түйіндес бағыттар әдісінде  $D = A$  дербес жағдайында түйіндес градиенттер әдісі деу келісілген [1, 355 бет]. Түйіндес градиенттер әдісі арқылы эллиптикалық типтегі айырымдық есептерді шешудің мәселелеріне тоқталайық.

Түйіндес градиенттер әдісінде  $D = A$ , ал  $A$  және  $B$  операторлары үшін төмендегі шарттар орындалуы тиіс:

$$\gamma_1 B \leq A \leq \gamma_2 B, \quad \gamma_1 > 0, \quad A = A^* > 0, \quad B = B^* > 0.$$

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

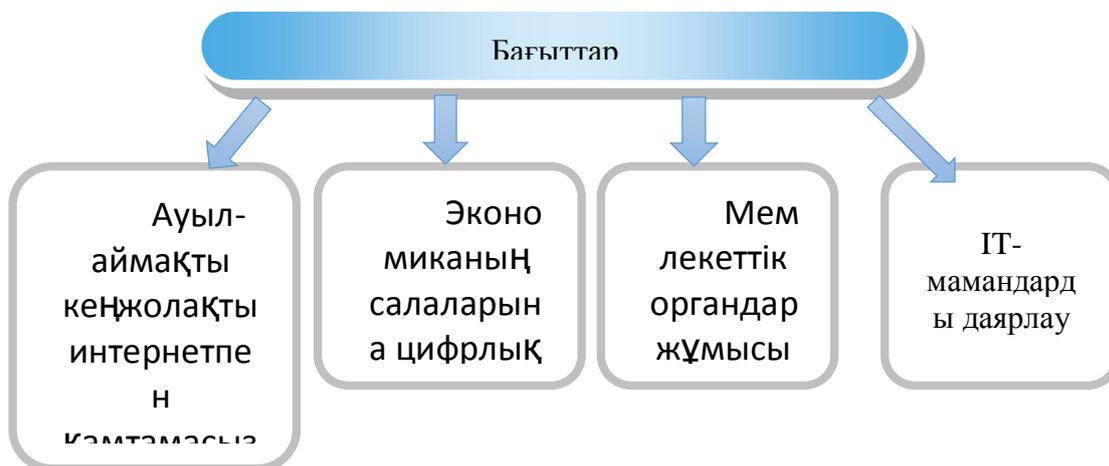
1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики: учеб. для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - Изд. 2-е, стереотип. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 398 с.
2. Демидович Б.П. Дифференциальные уравнения: учеб. пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. - Изд. 3-е, стереотип. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2018. - 280 с.
3. Вабищевич П.Н. Вычислительные методы математической физики: стационарные задачи / П. Н. Вабищевич. - М. : Вузовская кн., 2008. - 196 с.
4. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений / А.А. Самарский, Е.С. Николаев. - М.: Наука, 1978. - 592 с.

## ІТ-ЖОБАЛАРДЫ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ БАҒДАРЛАМАСЫН ӘЗІРЛЕУ

Қазақстан Республикасы Президенті Нұрсұлтан Әбішұлы Назарбаевтың «Қазақстанның үшінші жаңғыруы: жаһандық бәсекеге қабілеттілік» атты биылғы Жолдауында: «Біз цифрлық технологияны қолдану арқылы құрылатын жаңа индустрияларды өркендетуге тиіспіз. Бұл – маңызды кешенді міндет. Елде 3D-принтинг, онлайн-сауда, мобильді банкинг, цифрлық қызмет көрсету секілді денсаулық сақтау, білім беру ісінде қолданылатын және басқа да перспективалы салаларды дамыту керек. Бұл индустриялар қазірдің өзінде дамыған елдердің экономикаларының құрылымын өзгертіп, дәстүрлі салаларға жаңа сала дарытты. Осыған орай Үкіметке «Цифрлық Қазақстан» жеке бағдарламасын әзірлеуді және қабылдауды тапсырамын. Цифрлық индустрияны дамыту басқа барлық салаларға серпін береді. Сондықтан Үкімет ІТ саласын дамыту мәселесін ерекше бақылауда ұстауға тиіс» екендігі атап көрсетілді.

Президенттің соңғы жолдауының ерекшелігі сол, мұнда Қазақстанда биыл үшінші жаңғырудың басталатыны ресми айтылды. Яғни, елімізде үлкен экономикалық және технологиялық дүмпу болуы тиіс. «Цифрлық Қазақстан» жобаның басты мақсаты – ел экономикасының бәсекеге қабілеттілігін арттырып, халықтың әл-ауқатын көтеру.

Жоба негізгі жүзеге асырылу бағыттары сурет 1-де көрсетілген.



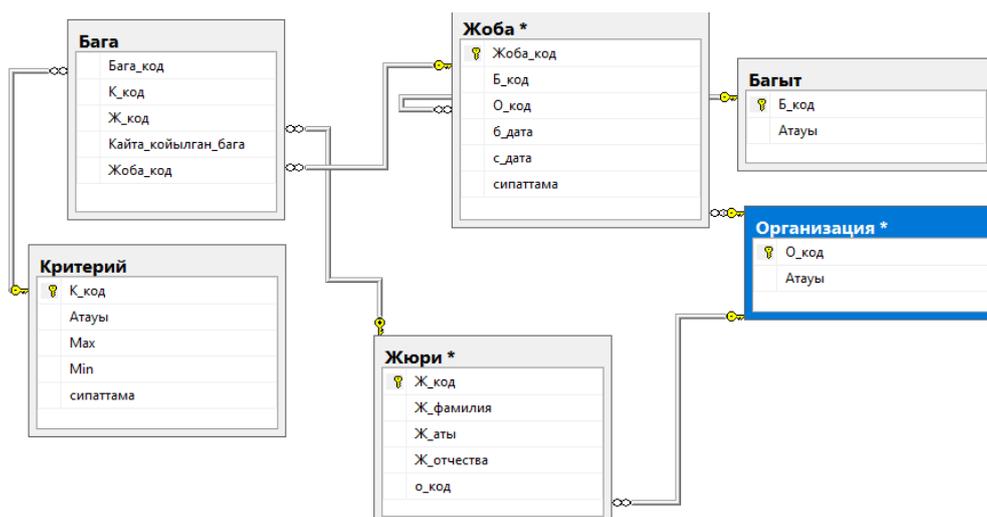
Сурет 1. Жоба бағыттары

«Цифрлық Қазақстан» жобасының аясында Шығыс Қазақстан облысының Өскемен қаласында алғаш рет «Digital East – Болашаққа қадам» халықаралық ІТ-форумы ұйымдастырылды.

Конкурсқа тапсырылған жобаларды тіркеу, бағалау, бақылау мен қадағалау шараларын жүргізу қажет:

- жобаларды тіркеу;
- тәуелсіз бағалау негізінде қалыптастырылған жобаның жай-күйі туралы толық объективті ақпаратты жинақтау;
- жобаларды атқару мерзімін, жоспардан ауытқуларды бақылау;
- жобаларды іске асыру барысы туралы өзекті ақпаратты жинақтау;
- басшылық талаптары бойынша әртүрлі форматта және күрделілік деңгейіндегі есепхаттар даярлау;
- жобалар бойынша аналитикалық есепхаттар даярлау.

Атқарылатын міндеттердің және бағалау, бақылауда есепке алынатын көрсеткіштердің көп болуына байланысты жұмыстарды қолмен жүргізу тиімді болып табылмайды. Іс жүзінде барлық заманауи кәсіпорындарда жобаларды басқару процестерін автоматтандыру міндеті шешілген. Ұсынылатын ақпараттық жүйе тіркеу, қажетті есептеулерді жүргізу мен аналитикалық есепхаттарды тұрғызу міндеттерін шешетін болады. Ақпараттық жүйедегі шешілетін ең бірінші тапсырмалардың бірі ІТ жобаларды тіркеп, есебін жүргізу – шешу үшін деректер базасы әзірленді. Деректер базасының құрылымы 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2. Деректер базасының құрылымы

Деректер базасының құрылымы анықталып, жобалар сипаттамалары енгізілді. Жоба барысында ІТ жобаларды бақылау, бағалау және аналитикалық есепхаттарды тұрғызу жүйесінің тұжырымдамасы айқындалып, жүйе тұрғызылады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Digital Kazakstan, <https://digitalkz.kz/ru> (қатынау күні: 25.02.2019)
2. <https://www.microsoft.com/ru-ru/sql-server/sql-server-2016> (қатынау күні: 27.02.2019)

## ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ПРАЙС-ЛИСТОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ В СРЕДЕ SQL

Количество прайс-листов, которыми приходится работать при работе с поставщиками, увеличивается. Наполнение значимым содержанием от этих прайс-листов контентом за минимальные временные затраты поставило задачу поиска способа обработки контента прайс-листов. Решение этой задачи связано с обеспечением информационной поддержки процессов происходящих в системе. Объектом исследования в текущей работе являются информационные процессы системы обработки содержимого. Предметом исследования являются способы обработки информации и информационные технологии, применяемые для улучшения параметров эффективности добавления и редактирования содержимого базы данных [1-4]. Целью работы является проектирование информационной системы обработки контента прайс-листов произвольной структуры в среде SQL, которая позволит автоматизировать процесс добавления новой информации, снизить предъявляемые требования к пользователям системы.

Благодаря парсеру пользователь может получить чистые данные. У разных поставщиков одинаковые товары часто называются по-разному, товары располагаются в разных товарных группах, а их артикулы могут не совпадать или вовсе отсутствовать. Также поставщик разбивает информацию одной категории на разные столбцы, другой поставщик указывает цены в национальной валюте вперемешку с рублевыми, третий объединил в одном столбце наименование товара и его артикул, четвертый вынес названия категорий товара в отдельные строки. Процесс приведения этих данных к единому виду не позволяет нам избавиться от ручного труда. Однако есть программа «Прайс лист», выполненная в виде надстройки для Excel, которая позволяет легко автоматизировать обработку прайс-листов.

Расширяя ее возможности, мы в среде SQLреализовали подзадачи для формирования заказов на основе извлеченных данных от поставщиков. Перечислим основные функции разработанной программы: управление шаблонами разбора, извлечение данных из прайс-листов, хранение извлеченных данных в базу данных, формирование заказов на основе извлеченных данных.

### ***Приводим страницы разработанного нами приложения:***

- 1) Главная страница для поиска данных и формирования заказов.
- 2) Поставщики для настройки данных о поставщиках.
- 3) Настройки приложения для подключения к базе данных и другое.
- 4) Управление категориями и характеристиками для управления структурой данных.
- 5) Редактирование шаблона для проведения процесса загрузки тестового набора и формулировки правила.

6) Процесс извлечения для индикатора длительного процесса извлечения.

7) Результат извлечения для осуществления предварительного просмотра извлеченных данных для самоконтроля.

8) Печать заказа для распечатывания готового заказа.

Построение базы данных (БД, как и любой информационной системы, любого программного продукта) начинается с проектирования [4-5]. База данных – это контейнер для хранения упорядоченных данных. БД позволяет структурировать данные и упростить работу с ними. База данных - это хранилище, созданное и управляемое посредством системы управления базой данных (СУБД). В качестве СУБД для данной системы будем использовать SQL. Этот выбор обусловлен тем, что SQL не относится к числу патентованных языков, используемых разработчиками определенных баз данных. Большие СУБД поддерживают SQL, который выполняет сложные операции с базами данных. SQL представляет собой реляционную СУБД, то есть систему управления реляционными базами данных. Реляционная БД состоит из таблиц, имеющих уникальные имена.

***Приводим описание страниц разработанной нами системы. Главная страница разделена на три части:***

- в левой части располагается дерево категорий, позволяющее группировать прайс-листы;

- категории отображены в виде иерархического списка (дерева), у каждого элемента которого есть текстовое наименование и иконка;

- при выборе категории в результатах поиска остаются только те товары, которые относятся к выбранной категории,

- в центре расположена панель поиска, содержащая таблицу отображения товаров, извлеченных из прайс-листов, инструменты поиска и формирования заказов;

- в верхней части расположена панель поиска текстовым полем ввода, в котором можно задать фильтр для поиска товаров. Фильтр может содержать частично или полностью наименование товара, наименование или значение характеристик товара, категорию и поставщика;

- поиск выполняется нажатием кнопки «Ввод» на клавиатуре;

- под панелью поиска расположена таблица результатов поиска, на которой отображаются товары, удовлетворяющие заданным фильтрам

- список полей таблицы результатов формируется на основе характеристик текущей категории;

- контекстное меню товара содержит пункты, позволяющие добавлять этот товар в заказ и удалять его из заказа;

- ниже таблицы результатов расположена строка статуса, отображающая общее количество найденных товаров и характеристики текущего товара, такие как поставщик и дата прайс-листа;

- справа расположена панель со списком сформированных заказов, позволяющая создавать заказы, а также просматривать и удалять их;

- пункты заказа отображаются в таблице результатов поиска с подсветкой, позволяющей отличить обычные товары от тех, которые включены в заказ;
- под списком заказов расположена панель отображения текущего заказа, на которой расположены такие характеристики заказа как наименование поставщика, общее количество пунктов и общая сумма заказа;
- контекстное меню списка заказов позволяет распечатать выбранные заказы.

**Страница «Поставщики» содержит список зарегистрированных поставщиков, панель инструментов для управления этим списком. У каждого поставщика может быть произвольный набор характеристик, представленный в виде списка пар «Наименование-Значение», расположенного рядом со списком поставщиков.**

Каждому поставщику соответствует собственный список шаблонов, по которым должно осуществляться извлечение данных из прайс-листов этого поставщика. Управление списком шаблонов осуществляется при помощи меню инструментов, расположенного над данным списком. Функции управления включают добавление, удаление и вызов окна редактирования текущего шаблона. Сразу после создания нового шаблона открывается окно его редактирования.

**Окно «Настройки приложения» позволяет настраивать следующие характеристики приложения:**

- папки (каталога), в которой хранятся файлы с прайс-листами;
- строку подключения к БД.

Также доступна функция создания базы данных.

**Для осуществления управления категориями и характеристиками базы данных в левой части страницы расположено эталонное дерево категорий, позволяющее добавлять, копировать, удалять, редактировать и менять иерархию категорий при помощи меню управления категориями, расположенного над деревом категорий.**

Для каждой категории можно задать список характеристик этой категории. Дочерние категории наследуют характеристики всех родительских категорий. Данные характеристики используются при формировании шаблона. Отдельная характеристика содержит уникальное наименование, заголовок, тип данных и формат допустимых значений.

**Окно «Редактирование шаблона» содержит поле выбора файла-источника, поле выбора категории, панель сопоставления полей прайса характеристикам категории, панель настройки правил фильтрации, таблица для отображения первых нескольких записей прайс-листа.**

Характеристики категории извлекаются из справочника характеристик.

Список полей прайс-листа предоставляет драйвер электронных таблиц.

Правила фильтрации задаются оператором и определяют условия соответствия полей прайс-листа выбранной категории. Условие фильтрации может ссылаться на текущую запись прайс-листа, предшествующую, запомненную по определенному условию, запись прайс-листа, внутри записи

возможна ссылка на колонки по номеру или регулярному выражению. Одному файлу может соответствовать несколько шаблонов разбора.

**Окно «Процесс извлечения» активируется после начала извлечения данных из прайс-листа и отображает индикатор процесс и общую статистику, такую как время работы, процент завершения, количество извлеченных товаров, количество ошибок. Поддерживается функция прерывания процесса извлечения. После завершения извлечения открывается окно просмотра извлеченных данных.**

**Окно «Результат извлечения» содержит таблицу с извлеченными товарами; записями, не попавшими ни в один фильтр; ошибками извлечения и общей статистикой результатов. Записи помечаются как ошибочные, если они удовлетворяют условию фильтрации, но не удовлетворяют хотя бы одному ограничению характеристик категории. По итогам просмотра оператор может либо подтвердить перенос данных в основную БД, либо отменить его.**

**Страница «Печать заказа» позволяет оценить печатный вид одного или нескольких выбранных заказов, после чего отправить их на печать.**

**Практическая значимость разработанного программного приложения по процессу обработки прайс-листов произвольной структуры в среде SQL обусловлена снижением временных затрат на добавление нового и обновление существующего контента базы данных по товарам от поставщиков.**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тукеев, У. А. Разработка и анализ данных: учеб. пособие для вузов / У. А. Тукеев ; КазНУ им. аль-Фараби. - Алматы : Қазақ университеті, 2017. - 108 с.
2. Нетесова, О. Ю. Информационные системы и технологии в экономике: учеб. пособие для вузов / О. Ю. Нетесова. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 178 с.
3. Кайдаш, И. Н. Информационные системы в бизнесе и управлении : [учеб. пособие] / И. Н. Кайдаш, Н. В. Королева. - Алматы : Бастау, 2011. - 286 с. 10.
4. Математическое и компьютерное моделирование. Вводный курс: учеб. пособие для вузов / Ю. Ю. Тарасевич. - Изд. 5-е. - М. : ЛИБРОКОМ, 2012. - 152 с.
5. Информационно-коммуникационные технологии: [учеб. пособие] / Т. Б. Нурпеисова, И. Н. Кайдаш ; М-во образования и науки РК. - Алматы : Бастау, 2017. - 544 с.

## К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА ИВГ.1М

Исследования в области радиационного материаловедения и ядерной безопасности проводимые на исследовательских атомных реакторах дадут импульс для развития энергетической, металлургической, машиностроительной, химической промышленности.

Реактор ИВГ.1М представляет собой исследовательский водяной гетерогенный реактор на тепловых нейтронах с легководным замедлителем.

На ИВГ.1М проводятся: исследования взаимодействия конструкционных материалов международного термоядерного экспериментального реактора с водородом и его изотопами в условиях реакторного облучения; исследования рассеяния реакторного излучения в атмосфере в обоснование безопасности атомной энергетики.

На современном этапе проходит модернизация ИВГ.1М. Одной из задач модернизации является создание новой элементной базы – измерительных систем.

Состояние реактора ИВГ.1М определяется и контролируется системами:

- системой управления и защиты (СУЗ), предназначенной для контроля нейтронно-физических параметров реактора, аварийной защиты и управления цепной реакцией деления урана в активной зоне;

- системой автоматического управления (САУ), предназначенной для обеспечения контроля за состоянием агрегатов технологических систем, обработки предупредительных и аварийных сигналов КИПиА, формирования и выдачи команд аварийного останова реактора в систему управления и защиты;

- системой контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), предназначенной для контроля параметров технологических систем;

- системой контроля герметичности оболочек, предназначенной для контроля целостности оболочек сборок твэлов.

- системой дозиметрического контроля, предназначенной для контроля радиационной обстановки в предпусковой, пусковой и послепусковой период вблизи реактора и на территории технической зоны объекта КИР Байкал-1 (рисунок 1).

Модернизация информационно-измерительной системы реактора будет проведена с применением современного программного и аппаратного обеспечения, исследованием системы в части характеристик помехозащищенности, надежности, скорости обработки и регистрации, с

определением эргономических характеристик системы. Одной из важных подсистем модернизируемой информационно-измерительной системы реактора является подсистема сбора и обработки данных, на основе новых алгоритмов обработки постэкспериментальных данных.



Рисунок 1 Структура информационно-измерительной системы реактора

Разработка подсистемы сбора и обработки данных даст возможность оперативного доступа к текущим и архивным технологическим параметрам для немедленного или последующего анализа, предоставит оператору способ контроля и управления информационно-технологическим процессом. Автоматический программный анализ технологических параметров, реализованный на основе теоретически и практически проверенных алгоритмов управления реактором и сопутствующими системами, обеспечит блокировку ошибочных действий операторов, повысив при этом степень надежности. Указанные функции отсутствуют в существующих системах исследовательских ядерных реакторов Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-измерительная система исследовательского реактора ИВГ.1М: технический проект АК.72500.00 – 2010 г. – Курчатова.
2. Коровиков А.Г., Ольховик Д.А., Первый этап модернизации информационно-измерительной системы исследовательского реактора ИВГ.1М – Вестник НЯЦ РК, 2014 г.
3. Коровиков А.Г., Ермаков В.А., Серикбаев Б.С., Второй этап модернизации информационно-измерительной системы исследовательского реактора ИВГ.1М – Вестник НЯЦ РК, 2016 г.
4. Беденко Г. В Казахстане развивается наука о ядерных реакторах. Как она устроена? – ИнформБюро, - 06.10.2017.

## ТЕХНОЛОГИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Архитекторам нужны гибкие, мощные инструментальные средства, поддерживающие моделирование самых сложных строительных объектов. Некоторые конструкции соответствуют строгим правилам (например, бетонные колонны), поэтому их можно просто реализовать в программах САПР (CAD), другие имеют огромное разнообразие (например, объекты окон или мебели), поэтому их невозможно описать с помощью простых математических формул. Технология параметрических объектов предлагает оптимальный способ моделирования элементов. Преимущества параметрического подхода на примере технологии языка GDL Graphisoft – тема этих тезисов.

Разработчики CAD поддерживают в программах различные стратегии ведения объектов. Одни программы работают с непараметрическими объектами; другие следуют принципам создания и ведения параметрических объектов. Основное отличие - один непараметрический объект может описывать только один элемент, а параметрический - много.

Различают технологии поддержания объектов по месту расположения объектов. Программы CAD позволяют хранить объекты во внешних или внутренних файлах. Оба подхода имеют преимущества и недостатки.

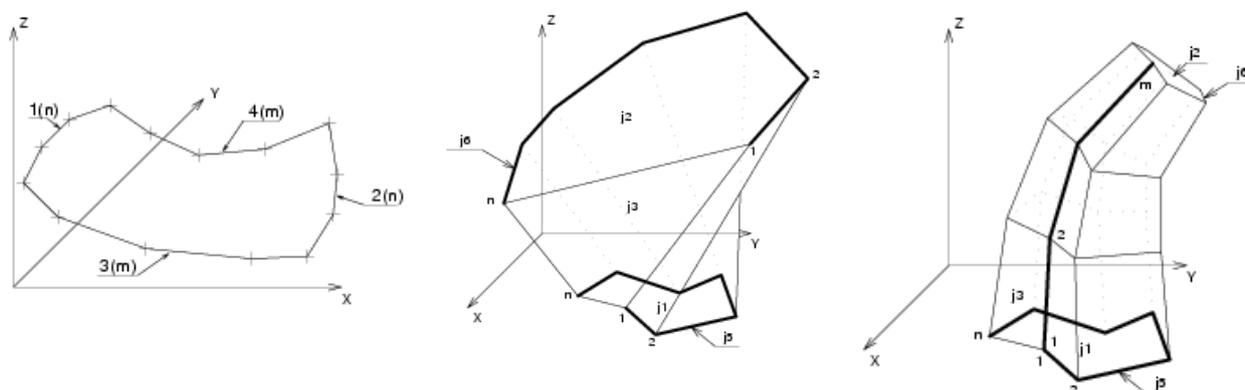


Рисунок 1 – Основы GDL – сложные 3D фигуры

Преимущества параметрических объектов: компактный формат уменьшает размер файла проекта; интеллектуальные конструктивные элементы могут автоматически изменяться согласно среде проекта (например, согласно масштабу); легко получать варианты проектных решений; легко поддерживать библиотеки объектов; для изготовителей предоставляется способ публикации их продуктов. Архитекторы зарабатывают на архитектурных шедеврах, но они теряют много времени при внесении в проекты изменений – это то, что не оплачивается заказчиками! Чем проще вносить изменения, тем более прибыльной становится компания.

В основе программы ArchiCAD лежит мощная технология – GDL. Аббревиатура означает Geometric Description Language (язык геометрических определений). Язык GDL разработан для описания 2D- и 3D-элементов в дружественной для пользователей параметрической среде программирования. Объекты GDL запоминаются во внешних библиотеках и называются библиотечными элементами. Использование GDL дает преимущества пользователям BIM (информационная модель здания) и всем участникам индустрии архитектуры-проектирования-строительства (АПС):

- гибкость и управляемость: их можно экспортировать в используемые в САД форматы, включая DXF и DWG, 3DS, в промышленный стандарт IFC.

- интеграция с проектированием здания: выбор строительных компонент на фазе проектирования является полезным как для архитектора, так и для производителя этих компонент, который может рекламировать свои продукты.

- размещение продукта: в описание GDL можно включить информацию о производителе, она нужна на протяжении всего жизненного цикла здания.

- снижение себестоимости: GDL- открытый стандарт, его легко использовать, существенно снижаются затраты на освоение и дальнейшее использование; преобразование данных производится автоматически, нет необходимости в восстановлении информации в различных форматах.

- оптимизирован для Интернет: благодаря параметрической природе GDL создает объекты, которыми легко управлять через Интернет.

Объекты GDL предлагают оптимальный способ описания компонент для их использования в приложениях проектирования зданий. Важной характеристикой объектов GDL является способность содержать параметры, определяющие значения, свойства и варианты. Они используются для управления представлением объекта, его пользовательским интерфейсом. Имеются параметры следующих типов: длина; угол; действительное число; целое число; логическое значение; текст; покрытие; тип линии; образец штриховки; цвет пера; разделитель; заголовок.

GDL предоставляет команды для описания основных 3D-фигур в 3D-скрипте. Элементы определяются в локальной системе координат, следуют ее изменениям, поэтому фигуры свободно преобразовываются в пространстве. GDL предоставляет дружественный интерфейс для работы с объектами, упрощает задание параметров и значений при использовании объектов. С помощью GDL Adapter можно работать с объектами GDL в AutoCAD. GDL Explorer предоставляет возможность визуализации и сохранения объектов в других файловых форматах, таких как DXF, DWG, DGN, 3D Studio, Art\*lantis Render. Расширение GDL Web Control предоставляет возможность экспорта объектов GDL через Интернет. Многие производители строительных элементов выпускают описания своих объектов в формате GDL.

В итоге был приобретён опыт в создании и использовании собственных GDL-объектов, что позволило сэкономить время при проектировании.

## РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ “100 УСЛУГ” ДЛЯ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОС ANDROID

На данный момент почти каждый житель Казахстана имеет доступ к смартфонам и мобильным приложениям, созданным для них. Автоматизация процессов предоставления услуг через мобильные устройства, такие как смартфоны и планшеты, являются неотъемлемой частью современного мира. По этой причине создание мобильного приложения для автоматизации предоставления услуг является очень важной для современного Казахстана, стремящегося к широкому использованию компьютерных и информационных технологий в повседневной жизни каждого жителя.

Мобильное приложение “100 услуг” создано на операционной системе (ОС) “Android”. Основная работа по разработке кода проводилась на специальной интегрированной среде разработки (IDE) для работы с платформой Android под названием “Android Studio”.

Согласно данным веб-сайта StatCounter за январь 2019 года, мобильная операционная система Android насчитывает 74.45% рыночной доли по миру и 77.07% по Республике Казахстан (РК) [1, 2]. Эта информация послужила выбором для разработки именно на этой операционной системе. На рисунке 1 приведена информация о процентных составляющих мобильных ОС по миру.

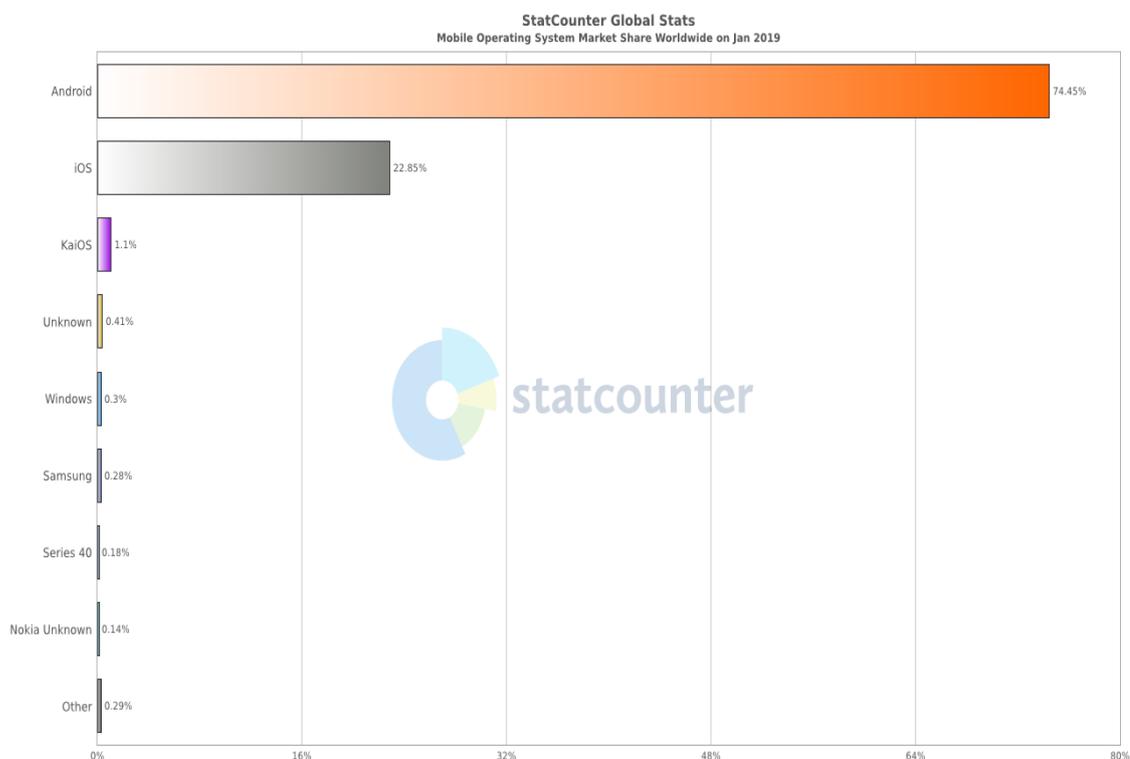


Рисунок 1 – Доля рынка мобильных ОС по миру

На рисунке 2 представлены данные о рыночных долях мобильных ОС по Республике Казахстан.

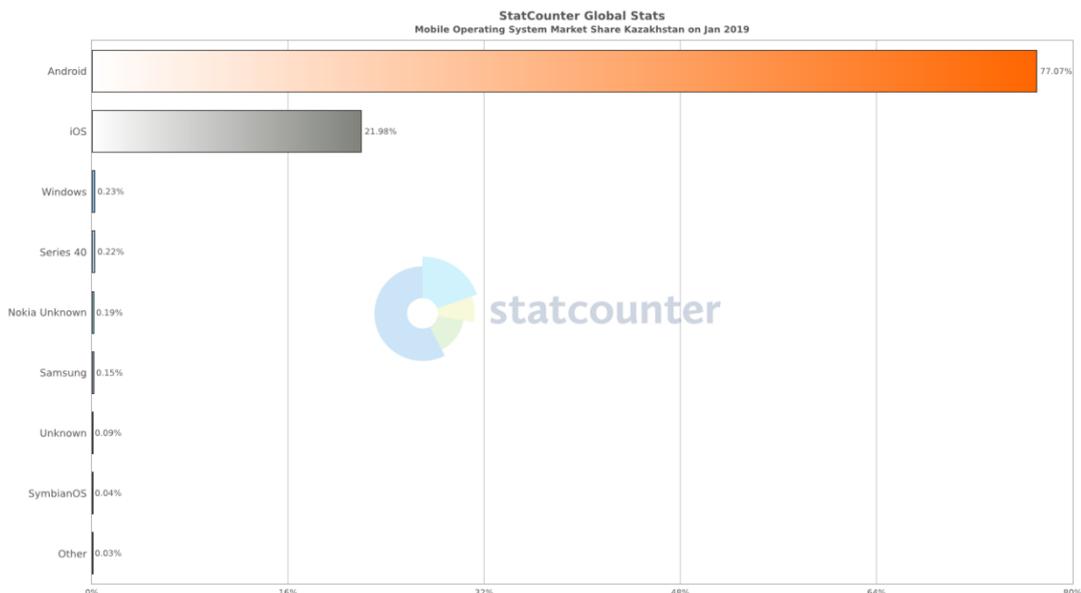


Рисунок 2 – Доля рынка мобильных ОС в Казахстане

Разработанное мобильное приложение “100 услуг” предложит удобства обращения граждан к услугам малого бизнеса и индивидуальным предпринимателям, тем самым оно способствует развитию рынка предоставления услуг населению, также оно позволит вывести на новый уровень коммуникацию между клиентом и исполнителем. Данное приложение поможет решить большинство повседневных задач и создаст рабочие места для занятого населения Казахстана. Не выходя из дома или офиса, потребитель всегда сможет найти необходимую услугу.

Задачи, выполняемые мобильным приложением “100 услуг”:

- регистрация пользователей приложения, вне зависимости являются они клиентами или исполнителями;
- добавление услуг исполнителями и добавление заявок клиентами;
- поиск и просмотр предлагаемых услуг через список услуг с их исполнителями для потенциальных клиентов;
- поиск и просмотр заявок клиентов, ищущих исполнителей для определенных видов услуг;
- сортировка выводимых услуг;
- сортировка выводимых заявок;
- выставление оценки исполнителю выполненной услуги и последующее вычисление его рейтинга.

Приложение разделено на тематические категории. В нем несколько категорий и большое количество подкатегорий с возможностью добавления новых категорий и подкатегорий администратором.

Приложение охватывает строительные, мебельные, различные бытовые, юридические, медицинские, авто-сервисные и бизнес услуги. Кроме этого оно включает трудоустройство, подбор няни или репетитора для ребенка, услуги доставки продуктов на дом и многое другое, а также находить исполнителя услуг в любом месте в ВКО. Кроме того, оно поможет создать новые рабочие места в ВКО.

Для работы с сервером использовалась сборка веб-сервера “WampServer”, содержащая Apache, интерпретатор скриптов PHP, phpMyAdmin и другие дополнения. Для хранения информации создана база данных (БД) «operation» в системе управления базами данных (СУБД) MySQL. Реляционная модель данной базы данных представлена на рисунке 3.

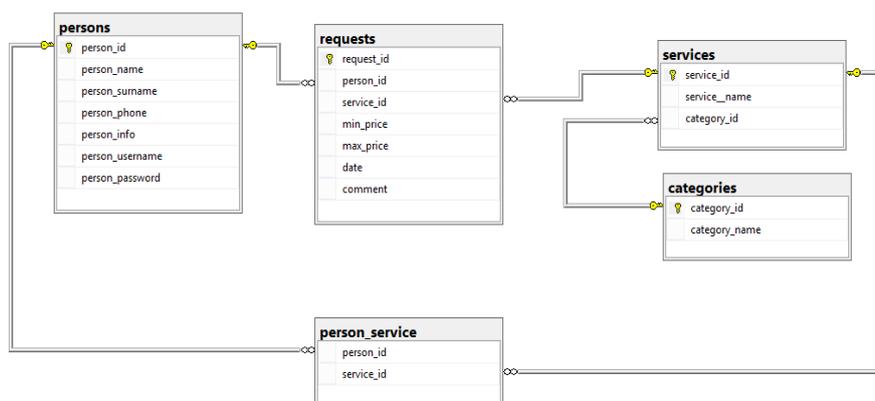


Рисунок 3 – Реляционная модель БД мобильного приложения “100 услуг”

В данной работе представлены некоторые результаты по созданию мобильного приложения, например, на рисунке 4 показаны окна мобильного приложения, где пользователь регистрируется, входит в свой аккаунт, и просматривает информацию о себе.

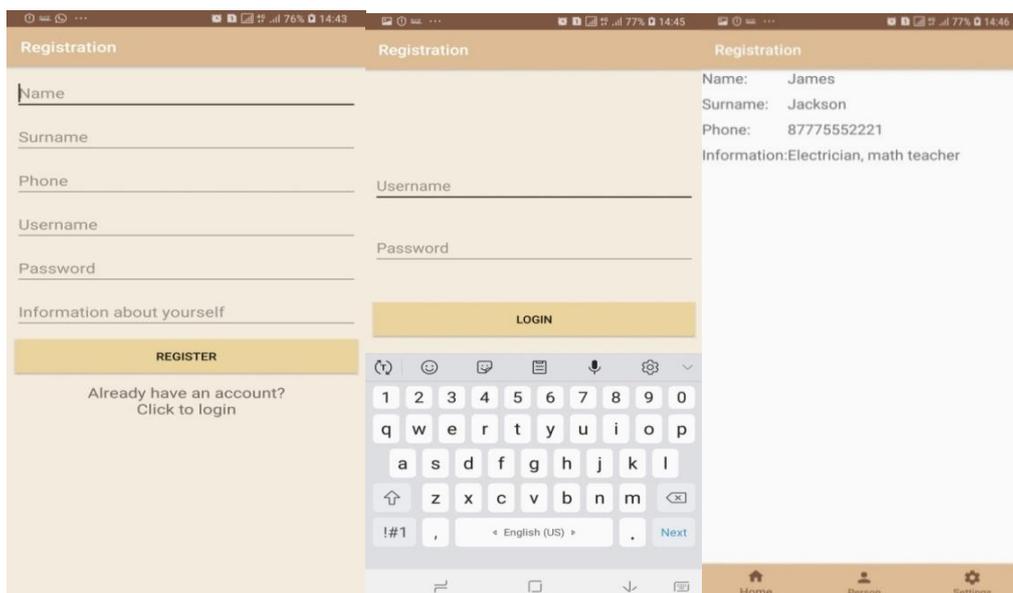


Рисунок 4 – Окна регистрации, логина в аккаунт и профиля

На рисунке 5 показаны окна мобильного приложения, где пользователю представлен список других пользователей и экран для модификации его профиля.

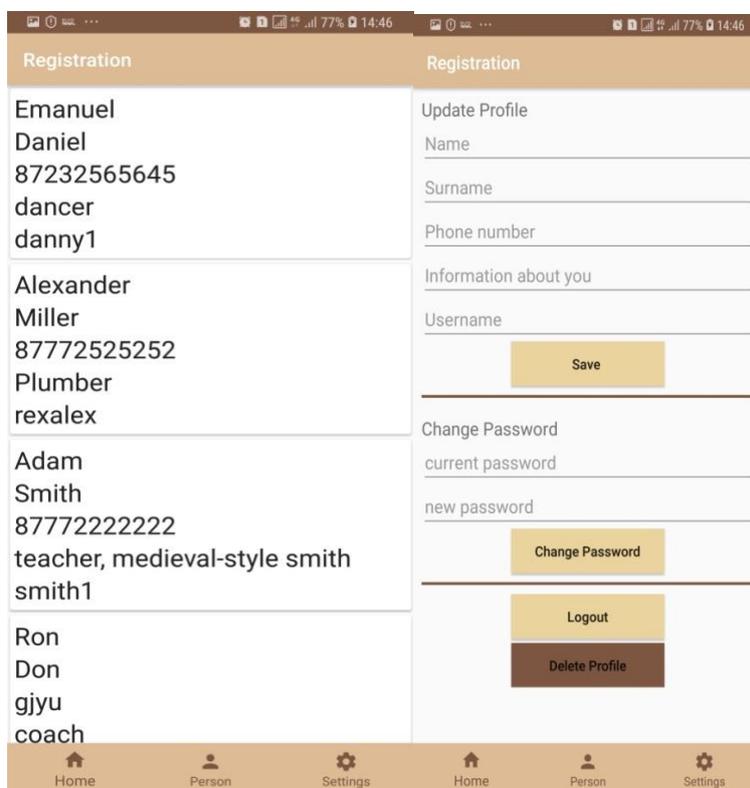


Рисунок 5 – Окно списка пользователей и окно настроек профиля

Таким образом, созданное мобильное приложение на основе современных информационных технологий предоставляет пользователю возможность удобного доступа к любой информации об услугах. Данная работа является начальным этапом в разработке полнофункционального мобильного приложения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. StatCounter. Mobile Operating System Market Share Kazakhstan. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/kazakhstan/#monthly-201901-201901-bar> (дата обращения 06.02.19).
2. StatCounter. Mobile Operating System Market Share Worldwide. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/#monthly-201901-201901-bar> (дата обращения 06.02.19).

## РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ КОНФИГУРАЦИИ «БУХГАЛТЕРИЯ ДЛЯ КАЗАХСТАНА 3.0»

На 2019 год нет отрасли промышленности, в которой можно обойтись без топлива. Для бесперебойного обеспечения работы автотранспорта, сельскохозяйственной техники, производственных предприятий, объектов электро и тепло обеспечения создана разветвленная сеть нефтеперерабатывающих заводов и комбинатов с различными типами складов: сырьевыми, товарными, промежуточными, целевыми, готовой продукции.

Основная цель нефтебаз - обеспечить бесперебойное снабжение промышленности, транспорта, сельского хозяйства и прочих потребителей нефтью и нефтепродуктами в необходимом количестве и ассортименте; сохранность качества нефти и нефтепродуктов и сокращение до минимума потерь при хранении и отпуске их потребителям.

Нефтебазы размещают на специальной территории, отведенной в соответствии с генеральным планом застройки и реконструкции данного района. На каждой нефтебазе должен быть государственный акт землепользования. Расположение нефтебаз зависит от размещения железнодорожных, трубопроводных и береговых устройств. Как правило, должен предусматриваться резерв территории для возможного расширения нефтебазы. Разработка подсистемы хранения нефтепродуктов для конфигурации «Бухгалтерия для Казахстана 3.0» является актуальной задачей.

Основной функцией нефтехранилища является оказание услуги хранения. Услуга хранение - процесс, подразумевающий под собой обязательство сохранить и впоследствии вернуть владельцу переданный на хранение нефтепродукт. Концептуальная модель процесса хранения и его декомпозиция представлены на рисунке 1 и рисунке 2.



Рисунок 1- Концептуальная модель хранения

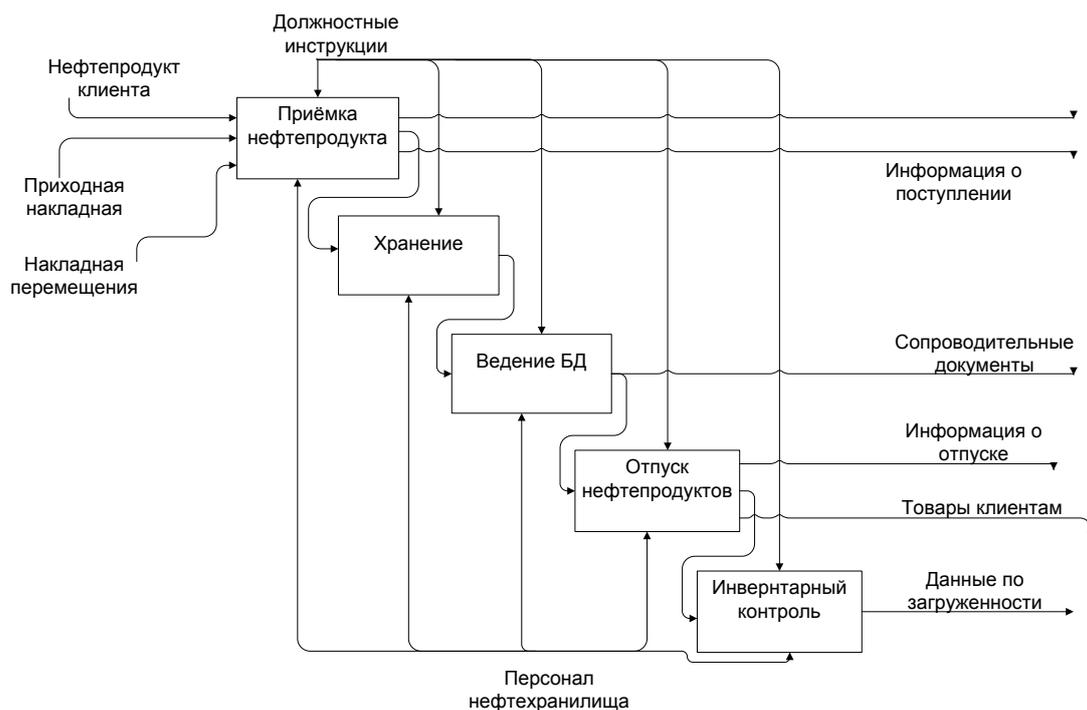


Рисунок 2 - Декомпозиция процесса хранения

Основным ресурсом нефтехранилища является доступный объём. Чем больше нефтехранилище располагает свободным объёмом, тем больше его потенциальная прибыль от хранения. В связи с тем, что в одном резервуаре не могут храниться нефтепродукты различных ПИНов, целесообразно максимально заполнять резервуары.

Учитывая вышесказанное, следует создать такой алгоритм, который позволит оператору автоматически и наиболее эффективно распределить нефтепродукты по резервуарам. Помимо этого алгоритм должен быть создан с учётом внесения пользовательских настроек. К примеру, если клиент желает снизить потери нефтепродукта при хранении от естественной убыли, то он может запросить заглубленный резервуар с понтоном. В этом случае алгоритм должен распределять нефтепродукт только по соответствующим резервуарам.

Для решения этой задачи в конфигурации «Бухгалтерия для Казахстана 3.0» был разработан следующий алгоритм. После составления приходной накладной, происходит группировка строки по ПИНу. Затем производится сортировка полученной группировки по весу, начиная от наибольшего к наименьшему. После этого идёт обращение к базе данных и выбирается информация о наполнении резервуаров, которая отфильтровывается по удовлетворяющим резервуарам. Для этого удаляются строки соответствующие следующим условиям:

- резервуары, свободный объём которых менее 5% от максимального объёма;
- резервуары, тип которых не соответствует запросам клиента;
- резервуары, хранящие нефтепродукт с ПИНом, не встречающимся в приходной накладной;

- резервуары, не прошедшие очистку и не готовые к эксплуатации.

Получив устраивающий список резервуаров, к нему добавляется новая колонка, в которую заносится новая строка со следующим значением: максимальный объём – 0,05\* максимальный объём – занятый объём.

Выбирается верхняя строка из отсортированной приходной накладной и по ПИНу строки фильтруется второй список (исключения составляют пустые резервуары). Получившийся отфильтрованный список разбивается на строки. Поочередно берётся каждая строка. Список устраивающих резервуаров фильтруется по ПИНу по взятой строке. Перебирая строки сверху вниз, происходит запись нефтепродуктов по конкретному ПИНу, пока не закончатся все поступившие нефтепродукты.

Данный алгоритм на платформе 1С 8.3 реализован с помощью следующих объектов:

- регистра сведений «ПИНРезервуар», позволяющий запоминать нефтепродукт, хранящийся в конкретном резервуаре;
- регистра накоплений «ОстаткиНПНаСкладе», позволяющим учитывать количество нефтепродукта в резервуаре;
- документа «ПриёмНаСклад», который хранит поступившие нефтепродукты.

Реализация алгоритма выполняется с помощью запроса (Рисунок 3).

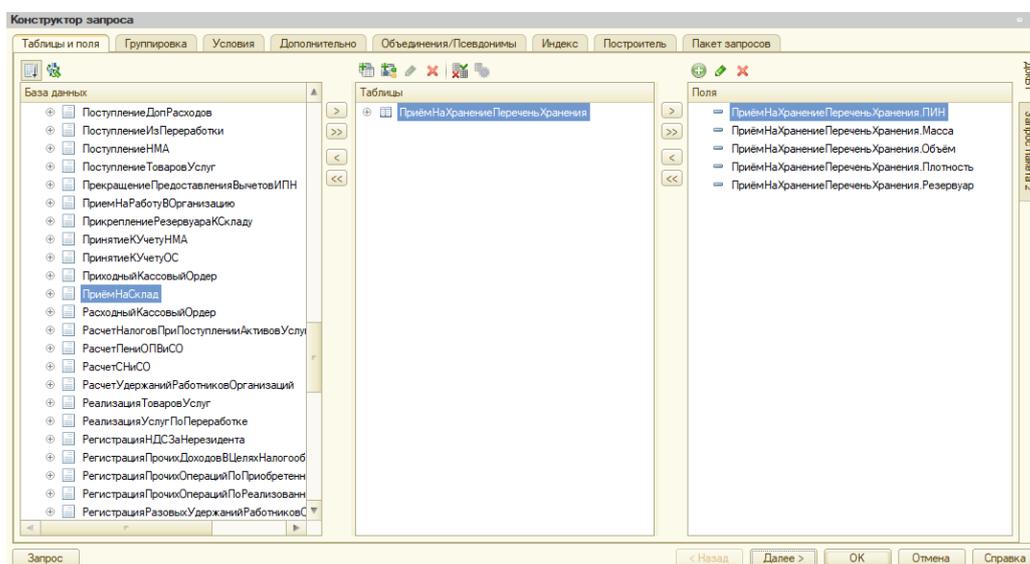


Рисунок 3 - Реализация алгоритма

Результат работы алгоритма показан на рисунке 4.

Наполнение резервуаров

Период	Регистратор	Номер строки	Резервуар	ПИН	Документ	Объём	Масса	Плотность	Вместительность
+ 27.06.2018 17:48...	Приём на склад 00000...	1	Первый	200132444352		23 750	17 387	0,7321	
+ 27.06.2018 17:48...	Приём на склад 00000...	2	Второй	200132444352		37 717	27 613	0,7321	
+ 27.06.2018 17:48...	Приём на склад 00000...	3	Третий	400734321654		6 638	5 000	0,7532	
+ 27.06.2018 17:48...	Приём на склад 00000...	4	Четвёртый	201196322123		5 838	5 000	0,8565	

Рисунок 4 - Результат работы алгоритма

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОШИБОК КОНТРОЛЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

**Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы оценки и прогнозирования ошибок контроля артериального давления стандартными приборами-тонометрами. Процесс контроля сопровождается вероятными ошибками двух типов: вероятность ложного брака и вероятность необнаруженного брака. Математическая модель дает возможность оценивать данные ошибки как композиции неопределенностей измерения, величины нормативных значений, законов распределения случайной погрешности прибора и контролируемого параметра. Ошибки контроля агрегируются в интегральный показатель качества контроля - достоверность.

**Ключевые слова:** артериальное давление, ошибки, достоверность, прибор, тонометр, манжета.

**Abstract:** This article consider the issue of predicting pressure control errors on the example of blood pressure. The process of controlling blood pressure is conducting by probable mistakes of two types: possibility false defects and undetected defects. The mathematic model gives ability to estimate these mistakes as composition indeterminations of measurements, standard values, law of distribution random error of equipment's and controlled settings. These mistakes of control are joining in the integral indicator of control assurance.

**Keywords:** Blood pressure, accuracy, tonometry, cuff.

**Введение.** Артериальное давление (АД) — давление крови в артериях является ключевым индикатором процесса диагностирования состояния сердечно-сосудистой системы. Поэтому, при любом обращении пациента к врачу этот показатель подлежит контролю в первую очередь. Существуют различные нормативы нормального давления у человека определенного возраста. Давление оценивается по верхней норме, называемой систолическим давлением и нижней нормы - диастолическим.

Проблема контроля и оценки этого параметра состоит в том, что его уровень зависит от множества факторов, как внешнего воздействия на человека, например, погода, физические и психологические нагрузки и пр., а также внутреннего характера, в том числе, искомые причины, подлежащие лечению.

Всемирная Организация Здравоохранения (WHO) рекомендует следующие нормы давления:

- у молодых людей возраста ниже 30 лет количественно систолическое артериальное давление должно находиться в среднем 120 мм рт. ст или в диапазоне 120-130 мм рт. ст. а диастолическое около 80 мм рт. ст;

- для людей среднего возраста нормальным является давление около 140/90 мм рт. ст.;

В настоящее время на рынке медицинских приборов предлагается множество цифровых гаджетов. Цифровой метод измерения, в данном случае, следует рассматривать, как инструментальную составляющую всей технологии измерения. Инструментальная погрешность здесь крайне незначительна. Существенно большая часть в общей неопределенности результата измерения приходится на сам метод измерения, в том числе, влияние внешних факторов, которые указаны выше, и субъективную составляющую контроля. Учитывая эти факты, возникает вопрос, а какова достоверность контроля артериального давления. Эта проблема настолько актуальна, что исследованием этой темы было поручено одной из лабораторий WHO. Результаты исследований представлены ниже в таблице.

Тип прибора	Boso medlife PC	Delwa WS-S	MB O Digi med 6	Roland RR Test Mini Carpal	Braun BP 2510	Medisana Light wave 850	Visomat handy II	Vitagno st 9002
Место измерения	запястье	запястье	запястье	запястье	запястье	запястье	запястье	запястье
Оценка точности измерения	Допустимо (4,0)	Допустимо (4,0)	Допустимо (4,0)	Допустимо (4,0)	Неудовл. (5,0)	Неудовл. (5,0)	Неудовл. (5,0)	Неудовл. (5,0)
Решение	50% измерений приемлемо				Менее 40% измерений приемлемо			

**Результаты исследований.** Как следует из таблицы, представленные результаты исследований демонстрируют крайне низкую «точность» измерения. Отсутствие строгих общепринятых метрологических показателей в медицине вообще объясняется, как выше указано, большой субъективностью природы измеряемой информации. В этих условиях рекомендуется использовать в качестве метрологических оценок такое понятие как - «неопределенность», а в качестве интегрированной оценки качества контроля – достоверность. Исследованиями ряде других работ, было установлено, что риски и достоверность контроля являются комплексными оценками и агрегируют в себе такие характеристики, как неопределенность контролируемого параметра (среднее квадратическое отклонение -  $\sigma_u$ ), неопределенность инструментального средства (среднее квадратическое отклонение -  $\sigma_s$ ), величины нормативов, формы законов распределения параметра и инструментального средства.

Экспериментально-статистическими данными клинко-лабораторных исследований Приходько Ю.Б. и Троеглазова А.Ф., проведенными в Восточно-Казахстанском медицинском объединении, было выявлено и доказано, что законы распределения многих медицинских параметров и показателей тяготеют к закону Вейбулла [9].

Для случая, когда функция теоретической плотности распределение контролируемого параметра подчиняется закону Вейбулла, а неопределенность (случайная погрешность) измерения инструментальных средств аппроксимируется нормальным законом, при детерминированных нормативах получены следующие формулы для оценки рисков контроля:

$$P_{лб} = \sum_{j=1}^k \left( \exp\left(-\frac{S_j^\beta}{\alpha}\right) - \exp\left(-\frac{S_{j+1}^\beta}{\alpha}\right) \right) \times \left[ \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_H}^{S_j - 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2}} dy + \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} \int_{S_B}^{S_j + 3\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right],$$

где Рлб- вероятность ложного брака (риск организации); Sв, Sн – верхний и нижний нормативы.

Вероятность необнаруженного брака (риск пациента) находится по аналогичной методике.

Для исследования закономерностей изменения качества контроля от количественных соотношений и вариаций метрологических характеристик и статистических переменных в приведенной формуле был проведен компьютерный эксперимент.

Результаты данного эксперимента в графической интерпретации приведены на рисунках 1,2. На этих рисунках демонстрируются результаты моделирования детерминированного случая нормативов, где Рлб является осью ординаты, а относительная погрешность  $\sigma_y/\sigma_s$  - осью абсцисс.

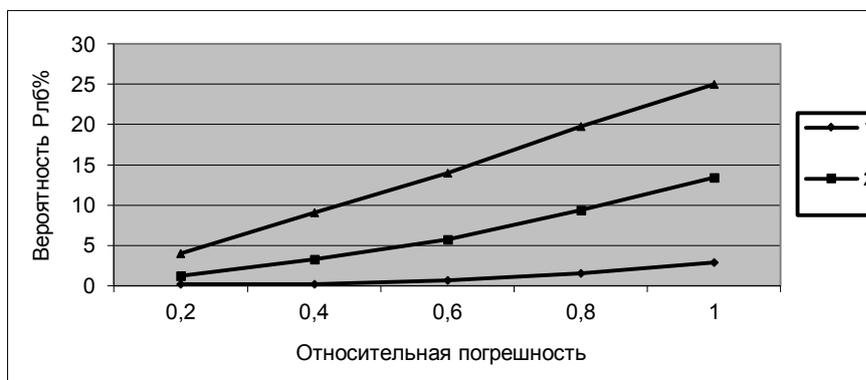


Рисунок 1- Результат компьютерного моделирования для детерминированных нормативах (вероятность Рлб)

На рисунке 2 демонстрируется трехмерная интерпретация результатов компьютерного эксперимента.

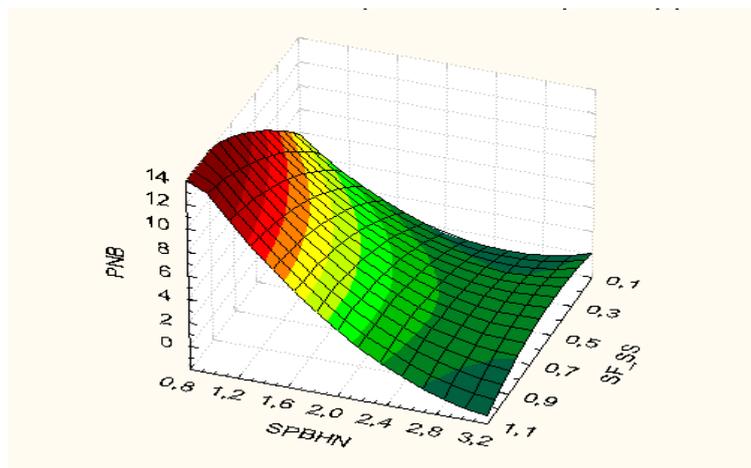


Рисунок 2- Трехмерная графическая модель результатов машинного моделирования риска пациента

Как показал результат компьютерного эксперимента, представленного рисунками 1 и 2, при величине неопределенности (погрешности) измерения  $\sigma_y$  соизмеримой со среднеквадратическим отклонением контролируемого параметра  $\sigma_x$ , этот риск достигает 25%. При этом, как заметно из графиков, влияние вариации нормативов существенно выше, чем влияние неопределенности  $\sigma_y$  (погрешности).

Важным остается вопрос качественной декомпозиции данных результатов: на «риск пациента» и «риск организации». «Ложный брак» в медицинской практике следует интерпретировать как случай, когда «здорового» пациента по лабораторным исследованиям признают «нездоровым» и назначают дополнительные исследования, выполняя лечебно-диагностические мероприятия по ложно принятому решению и «Необнаруженный брак» – это риск пациента когда «нездорового» пациента по лабораторным исследованиям признают «здоровым» со всеми, вытекающими последствиями. Социально-экономические последствия указанных рисков в каждом случае принимаемого решения будут иметь свою специфику и должны рассматриваться и оцениваться по отдельной методике для конкретного случая.

**Выводы.** В количественном измерении вероятных рисков обнаруживается явно выраженное доминирующее влияние нормативной составляющей, что дает основание для оптимального выбора технико-экономических показателей медицинских приборов.

Как следует из рисунка 1, при значении нормативов превышающих двух-сигмовый диапазон ( $S_{cp} \pm 2\sigma_s$ ), ошибка контроля слабо зависит от погрешности прибора и не превышает двух процентов. Этот факт следует учитывать при планировании технического и технологического оснащения лечебно-диагностических учреждений.

Вероятность  $P_{нб}$  - риск пациента и потери, которые сопутствуют данному риску, носят социальный характер, но имеют и экономическую составляющую.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Люсов В.А., Волов Н.А., Кокорин В.А. Проблемы и достижения в области измерения артериального давления. □ Москва, Российский государственный медицинский университет, 2005
2. Биверс Т., Лип Г., О'Брайен Э. Артериальная гипертензия. – Пер. с англ. – М.: Бином, 2005. – 176 с.
3. Guide to the Expression Uncertainty in Measurement: First edition – Geneva, Switzerland: ISO, 1993.
4. Кардиология. Национальное руководство. / Под ред. Ю.Н. Беленкова, Р.Г. Оганова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – С. 88-92, 182-191, 563-602.
5. Корнев В.А., Макенов А.А. Современные методы моделирования процессов принятия решений в системах управления.- Усть-Каменогорск: Изд-во ВКГТУ, 2008. – 148 с.
6. Rausand M., Hoyland A. (2004) System Reliability Theory: Models, Statistical Methods and Application. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004. 644 p. ISBN: 0-471-47133-X
7. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. Для вузов 3-е изд., перераб. И. доп. – М.: Выс. шк., 2001. – 343 с: ил.
8. Кулешов В.К., Корнев В.А. Моделирование процессов контроля и принятия решений: монография/ В.К. Кулешов, В.А. Корнев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. - 295 с.
9. Корнев В.А., Приходько Ю.Б., Троеглазов А.Ф. Влияние статистической природы нормативных значений диагностического параметра на качество диагностирования Печ. Известия Томского Политехнического Университета, том 305, вып. 5
10. Назаренко Г.И., Кишкун А.А. Управление качеством лабораторных исследований. –М.: «Медицина», 2001.- 350 с.

## ВЛИЯНИЕ ИНТЕРНЕТ-СЛЕНГА НА СОВРЕМЕННЫЙ РУССКИЙ ЯЗЫК

С появлением Интернета стали популярны среди миллионов пользователей разные социальные сети и мессенджеры. Сеть Интернет стала средством общения для многих людей. Посещая различные сайты, форумы, чаты, общаясь по электронной почте, мы заметили, что в виртуальном пространстве слова русского языка часто употребляют не по правилам. В чатах, форумах, живых дневниках, сообщениях электронной почты и в Mail.Ru Агенте тексты пишутся «на бегу» и выглядят примерно одинаково: без знаков препинания, часто без прописных букв, с многочисленными сокращениями и опечатками.

Актуальность темы можно объяснить тем, что сетевой язык уже превратился из модного течения в новый стиль онлайн-общения, правописания на сайтах, блогах и чатах. Наличие орфографических ошибок входит в привычку и становится причиной падения грамотности, так как невозможно постоянно выражать свои мысли и эмоции с помощью сленга, а потом, когда того требуют обстоятельства, заговорить красиво, грамотно, свободно.

Интернет – это огромное информационное пространство. Благодаря объединению ресурсов миллионов компьютеров, размещённых в различных уголках земного шара, Интернет даёт возможность каждому её пользователю получить доступ к необъятным информационным богатствам, позволяющим узнавать самые разнообразные сведения. Также одним из популярных направлений использования Интернета является общение людей с помощью сленга на форумах, чатах, через скайп, ватсап, телеграм и другие мессенджеры.

Основными причинами распространения сленга среди современной молодежи являются современная поп-культура, широкие возможности Интернета, быстро развивающиеся компьютерные технологии, массовое увлечение компьютерными играми, потребность молодежи в самовыражении.

Пополнение лексики молодёжи происходит в основном за счет имен существительных, затем идут глаголы, реже встречаются имена прилагательные. Традиционный для русской речи суффиксальный способ образования слов имеет место и в сленге. Приведем примеры суффиксов существительных: **-еж** со значением собирательности: *балдеж* (от *балдеть*), *гудеж* (от *гудеть*); **-к(а)** - отглагольные наименования действий и состояний: *накрутка*, *отмывка*, *раскрутка*, *напряженка*; **-ни(е)** со значением действия или результата действия: *отмывание*, *наваривание*, *обмшуривание*; суффиксы прилагательных: **-ов**, **-н**-, **-ск**-, например: *лом* – *ломовой*, *чума* – *чумовой*, *жлоб* – *жлобский*.

Очень часто сленговая лексика образуется способом перевода английского профессионального термина. В процессе перевода работает механизм

ассоциативного мышления. Возникающие ассоциации могут быть самыми разными: по форме предмета или устройства (диск – блин); по принципу работы (printer – вжикалка). Когда человек впервые слышит сленговое «фонарь», ему вряд ли станет понятно, о чем идет речь, так как это слово указывает лишь на то, что предмет разговора излучает свет. Слово, вероятно, появилось в сленге благодаря его тенденции к преувеличению, которое создает несоответствие. И из небольшого «светодиода» появился «фонарь».

Приведем пример: мальчишки, одобряя велосипед товарища или новый фильм, говорили 15 лет назад – «Клево!», 5 лет назад – «Прикольно!», 2–3 года назад – «Рульно!», а сейчас – «Зачот!».

Молодежный сленг легко вбирает в себя слова из разных языков (из английского – *шузы, бэг, мэн, хаер*; из немецкого – *конф*; из французского – *шершерить* – искать.) из разных диалектов (*берлять, ухайдокать*), из языка деклассированных элементов (*круто, шмон, беспредел*).

Помимо общих сленгизмов возрастной группы, существует также и целый ряд других примеров, относящихся к разному роду деятельности, социальному статусу, молодежной субкультуре, вероисповеданию, национальности и прочему. Современный сленг молодежи, словарь которого насчитывает более 12 000 слов, содержит в себе не просто перечень примеров, но и поделен на большое количество случаев, видов и форм употребления жаргона. Перечислим наиболее употребительные группы слов молодежного сленга:

1. Компьютерный сленг: *сисадмин* – системный администратор, *лвл* – уровень, *забанить* – заблокировать, *блины* – диски, *мыло* – электронная почта, *виндец* – аналогия с «капец» – провал, неудача (аварийное завершение Windows), *лагать* – тормозить и др.

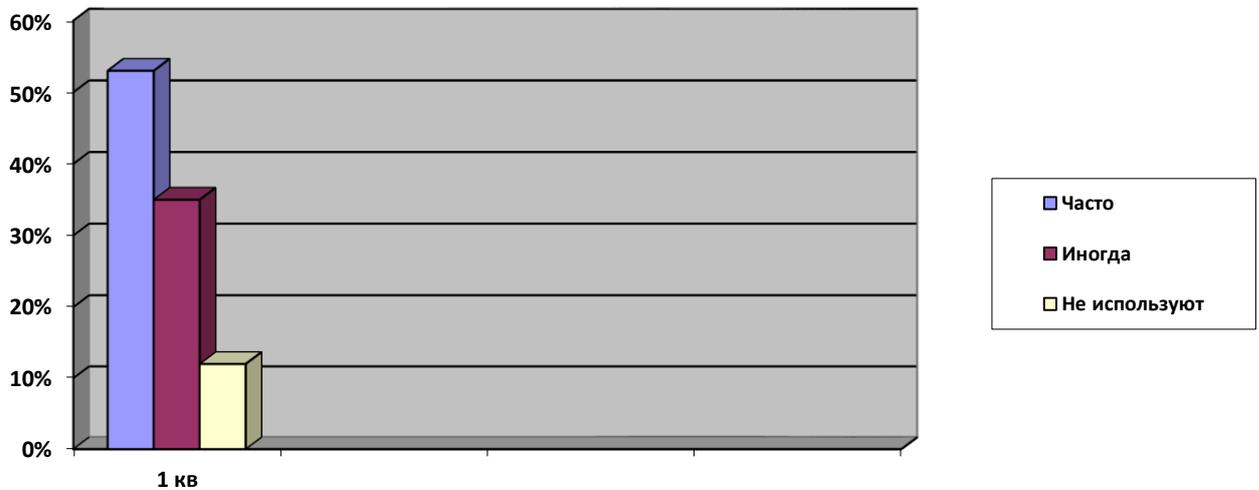
2. Студенческий сленг: *степуха* – стипендия, *госы* – государственные экзамены, *автомат* – получение оценки без дачи экзамена, *ботанический сад* – помещение, где готовятся наиболее старательные учащиеся, *курсач* – курсовая работа, *лаба* – лабораторная работа, *хвосты* – невыполненные вовремя задания и т.д.

Как показали исследования, молодежь узнает новые жаргонные слова «в школе от одноклассников», «из телека и Интернета», «от старших друзей», «от родителей». Но кроме субъективных существует и ряд объективных причин широкого распространения сленга: стремление СМИ завоевать популярность любой ценой; низкий уровень речевой культуры; снижение интереса к русской классической литературе; изменение нравственных ориентиров; постоянное обращение к услугам компьютера; незнание языковых норм и нарушение правил речевого этикета.

В рамках данного исследования мы провели опрос среди учащихся старших классов некоторых школ, студентов 1 и 2 курсов ВКГТУ им. Д. Серикбаева.

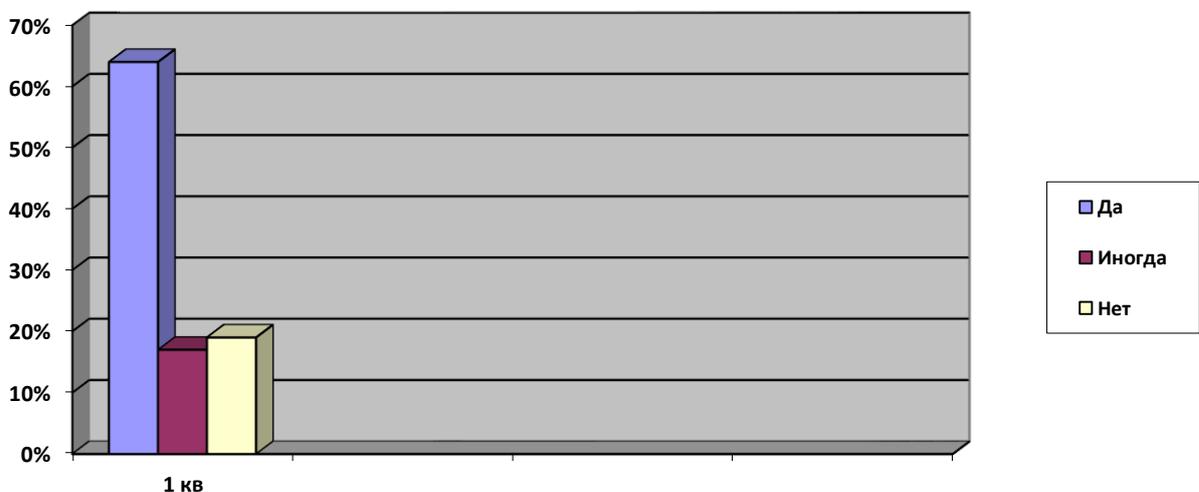
53% часто используют сленг в речи, 35% используют сленг иногда, 12% опрошенных не используют сленг (см. гистограмму 1).

Гистограмма 1. Использование сленга



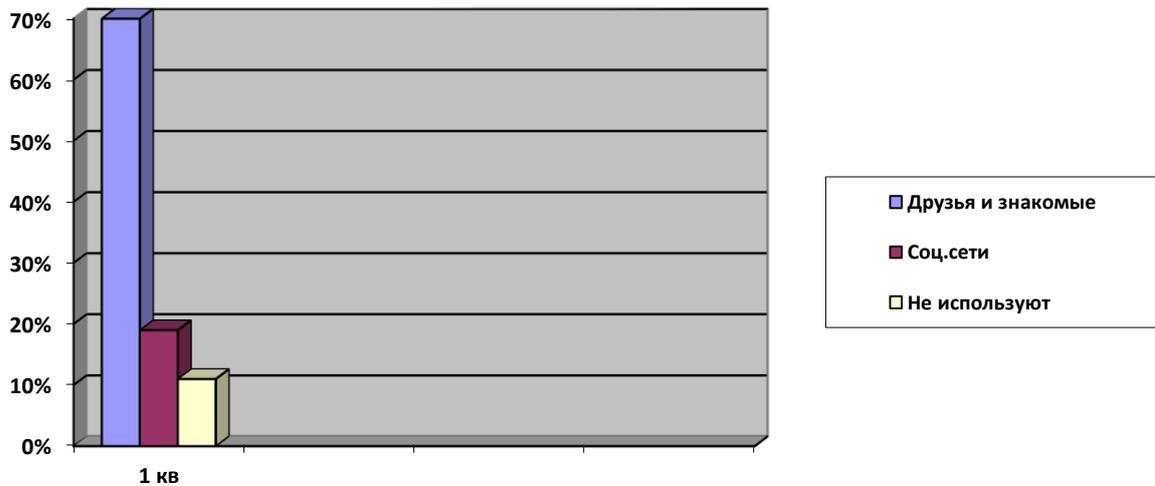
На вопрос «Помогает ли вам сленг при общении с другими людьми?» 64% ответили «да», 17% ответили «иногда» и 19% ответили «нет» (см. гистограмму 2).

Гистограмма 2. Использование сленга при общении



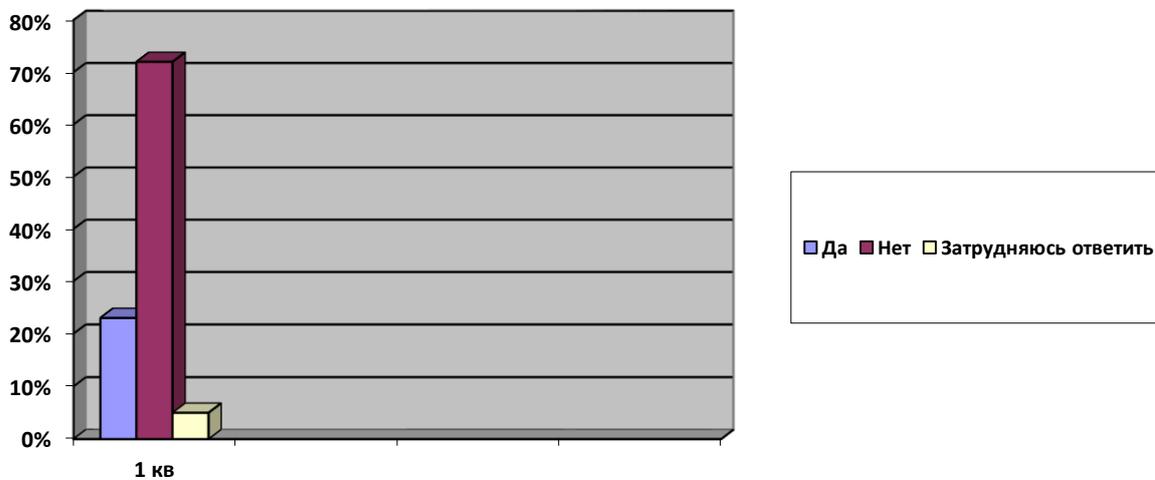
На вопрос «В каких кругах вы чаще всего используете сленг?» 70% опрошенных используют сленг среди друзей и знакомых, 19% используют сленг в социальных сетях, 5% используют в кругу семьи, 6% не используют сленг в речи (см. гистограмму 3).

Гистограмма 3. Сфера использования сленга



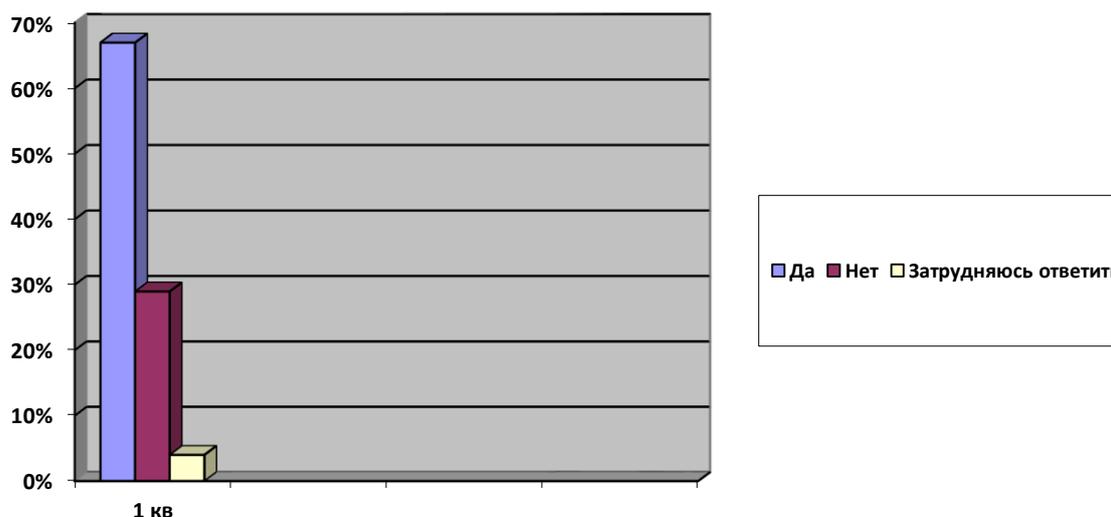
На вопрос «Нужен ли сленг в средствах массовой информации?» 23% ответили «да», 72% ответили «нет» 5% выбрали вариант «не знаю» либо «затрудняюсь ответить» ( см. гистограмму 4).

Гистограмма 4. Сленг в социальных сетях



На вопрос «Является ли, по вашему мнению, сленг более выразительным, чем обычный язык?» больше половины, точнее 67% опрошенных ответили «да», 29% ответили «нет», 4% выбрали вариант «не знаю либо затрудняюсь ответить» (см гистограмму 5). Это говорит о том, что для подростков важнее выразить себя в общении со сверстниками на понятном им жаргонном языке, чем с помощью обычной речи. Хотя, возможно, при общении в другой возрастной группе, например, с родителями, сленг уже не настолько широко применим. Следовательно, одной из важных причин употребления сленга можно назвать круг общения говорящего и возраст его собеседника.

Гистограмма 5. Выразительность сленга



Подводя итоги исследования, можно отметить, что интернет-сленг сыграл важную роль в формировании современного русского языка. Каким бы легким и удобным сленг не был в использовании, он нанес значительный вред языку. На сегодняшний день сленг прочно занял свою нишу в современном русском языке, и избежать его использования в повседневной речи уже не получится. Но мы в силах предотвратить его последствия.

Главной причиной использования сленга среди молодежи является простота и использование этих слов у их ровесников. Хотя исследование показало, что этот сленг скоро выйдет из моды, но совсем не исчезнет: его заменят другие слова. Но самое главное - это внутренний уровень культуры молодежи. Нужно, чтобы человек сам не мог позволить себе писать или говорить фамильярно, используя жаргонизмы. Взрослые также должны понимать, что они являются примером для собственных детей и в плане речи, поэтому старшему поколению стоит на протяжении всей своей жизни оттачивать свой разговорный и письменный навык, дабы быть достойным примером, образцом для подражания для подрастающего поколения.

Наша с вами грамотность и культура речи зависит от нас самих, мы должны захотеть быть образованными, грамотными, культурными, желающими прикоснуться к прекрасному.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Лихолитов П.В. Компьютерный жаргон // Русская речь. - 1997. - № 3. - С. 27 – 35.
2. Запесоцкий А.С., Фаин Л.П. Эта непонятная молодежь. - М.: Наука, 1990. – 280 с.
3. Левикова С.М. Большой словарь молодежного сленга. – М.: Гарадарики, 2010. – 540 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯЦИИ OFDM НА БАЗЕ СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО СВЕТА

Для передачи сигналов на большие расстояния с помощью электромагнитных волн необходимо перенести спектр низкочастотного сигнала в область высоких частот (радиочастот).[1] Этот перенос спектра называют модуляцией, которая осуществляется с помощью модулятора. В качестве несущего обычно используется гармоническое колебание, которое характеризуется тремя параметрами - амплитудой, частотой и фазой.

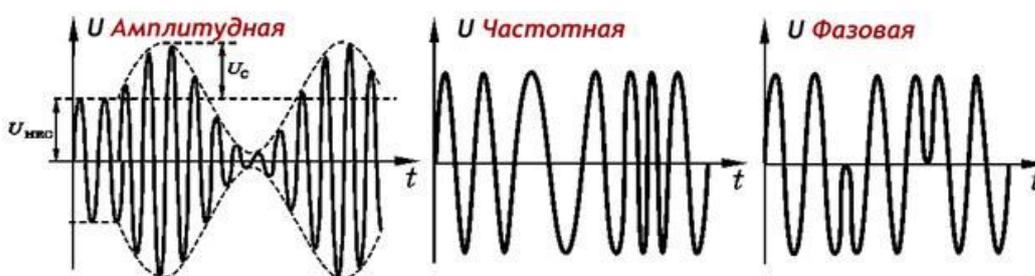


Рисунок 1 – Графики модуляции

Если пропорционально передаваемому сигналу изменяется амплитуда, то результирующий сигнал называется амплитудно-модулированным (АМ), если частота - частотно-модулированным (ЧМ), если фаза - то фазомодулированным (ФМ).

Модуляция это процесс объединения информационного, в нашем случае звукового (модулирующего) сигнала, с частотой генератора (несущей частотой). Модуляция определенным образом изменяет форму ВЧ колебаний и бывает нескольких видов. В радиосвязи чаще всего используют амплитудную (АМ, AM-amplitude modulation) и частотную модуляцию (ЧМ, FM-frequency modulation). [2]

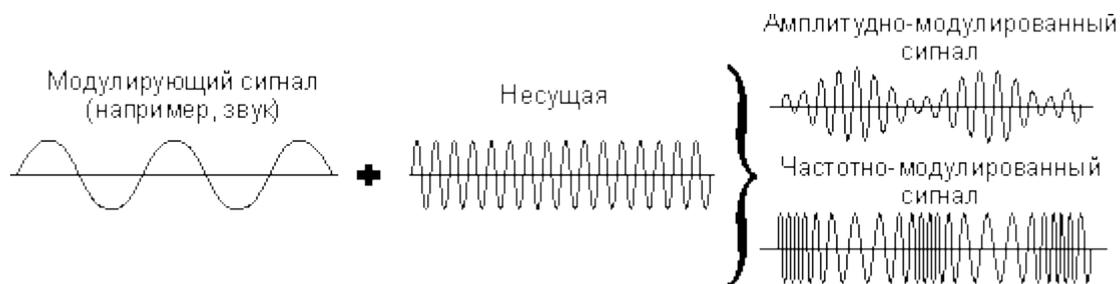


Рисунок 2- Амплитудная модуляция

Амплитудная модуляция (АМ) – модуляция, при которой незатухающие колебания изменяются по амплитуде в соответствии с модулирующими его колебаниями более низкой частоты.

Частотная модуляция (ЧМ) – модуляция, при которой несущая частота сигнала изменяется в соответствии с модулирующим колебанием

Частотная модуляция обладает большей помехоустойчивостью по сравнению с амплитудной. Это объясняется тем, что помехи на входе приемного устройства приводят, как правило, к случайному изменению амплитуды, т.е. искажают информационный параметр. При частотной модуляции влияние помех на амплитуду сигналов не приводит к изменению информационного параметра – частоты.[3]

В последние годы беспроводная связь переживает впечатляющий бум. Одна из основных причин заключается в том, что многие комитеты работают над стандартами, чтобы обеспечить соответствие конечных продуктов для клиентов глобальным спецификациям и правилам, установленным сетевыми стандартами. Некоторыми комитетами, работающими над стандартизацией беспроводной связи, являются IEEE 802.11 (беспроводные локальные сети), IEEE 802.15 (беспроводные персональные сети), IEEE 802.16 (беспроводные широкополосные сети), HiperLAN2 и технология Bluetooth OFDM, которые стоят за многими из этих стандартов.[4]

Со всеми этими стандартами, касающимися OFDM, новички в беспроводных сетях могут задаться вопросом, что такое технология OFDM, которая делает их очевидным выбором для этих высокоскоростных стандартов беспроводной связи. [4] Существует много причин, по которым был выбран стандарт OFDM, но одна из наиболее важных состоит в том, чтобы повысить устойчивость к частотно-избирательному замиранию или узкополосным помехам. В случае модуляции с одной несущей данные передаются последовательно по каналу путем модуляции одной несущей, при этом типе модуляции могут возникать проблемы, такие как одиночное замирание или помехи, которые могут привести к потерям всей информации. Это событие невозможно в системе с несколькими несущими (повреждено только несколько поднесущих), так как в ней используется код с исправлением ошибок, который способен исправлять поврежденные несущие. OFDM, как MCM, состоит из разделения всей доступной полосы пропускания на несколько подканалов. MCM достигается путем передачи потока данных, разделенного на несколько параллельных битовых потоков, каждый из которых имеет намного более низкую битовую скорость. Более низкая скорость передачи битов означает, что период символа является длинным. Поскольку период символа увеличивается, ISI уменьшается, тем самым улучшая производительность канала, так что в любой момент времени передается много символов данных. [4]

OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) – модуляция, которая позволяет выполнять одновременную передачу несколько потоков данных на ортогональных (взаимно перпендикулярных) несущих частот. Распределение потока высокой скорости передачи данных на много медленных потоков, позволяет работу системы в каналах, внутри которых может выступать многолучевое распространение, но из-за низкой скорости передачи данных, оно не имеет значения. В момент, когда сигнал расходуется разными способами, через

различные интервалы времени поступает в приемник, что вызывает задержку одного сигнала относительно другого. Задержки, вызванные многолучевым распространением, могут привести к тому, что символ, посланный длинным путем, «протекает» к другому символу, вызывая помехи между символами (символ среди помех). [5]

Модуляция OFDM позволяет избежать этой проблемы. Передаваемые данные разделены на поднесущие, каждая из которых передает часть информации. В результате, скорость передачи данных для данной поднесущей невелика, что значительно снижает помехи шума, (вызванные многолучевым распространением). Использование множества поднесущих приводит к тому, что только небольшое количество данных может быть обманчиво. С помощью специальных методик обнаружения ошибок, оно может быть восстановлено (например, путем повторной передачи). [6]

Наиболее часто используемые модуляции поднесущих внутри OFDM являются фазовые модуляции, а также амплитудно-фазовые.

В 1985 году OFDM был описан для мобильной связи, а в 1987 году Алар и Ласалле предложили использовать OFDM для цифрового вещания. Также важно подчеркнуть дату 1997 году, потому что цифровое видео вещание было создано и только через год, проект Magic WAND продемонстрировал модемы OFDM для беспроводной локальной сети. Наконец, в 2000-х годах произошли три важных события о стандартах OFDM IEEE 802.11a и HIPERLAN/2 для беспроводной локальной сети в OFDM для фиксированного беспроводного доступа OFDM, рассматриваемых для новых стандартов IEEE 802.11 и 802.16. [7]

Недостатки модуляции OFDM является необходимость точного выравнивания несущей частоты передачи, а также частоты локального генератора. Расстройки вызывают перекрестные помехи, а также увеличение числа ошибок.

Модуляция используется в широкополосных цифровых системах, например:[8]

- ✓ ADSL и VDSL – высокоскоростной доступ в интернет через телефонную сеть;
- ✓ Мобильную телефонную связь в широкополосном доступе к интернету LTE;
- ✓ В цифровом наземном телевидении DVB-T, DVB-T2, DVB-H, T-DMB и ISDB-T;
- ✓ Сети Wi-Fi IEEE 802.11a и 802.11g;
- ✓ Power Line Communication (PLC);
- ✓ Приложения типа точка-точка или точка-многоточка.

На сегодняшний день наиболее известно применение OFDM модуляции в беспроводных системах связи Wi-Fi, WiMax, LTE, в наземных системах цифрового телевидения DVB-T, в системах кабельного телевидения DVB-C, в технологии ADSL и это далеко не все примеры.[9]

С быстрым ростом цифровой беспроводной связи в последние годы, потребность в высокоскоростной мобильной передаче данных увеличилась.

Новые методы модуляции реализуются в ногу с желанием более коммуникационного потенциала. Вычислительная мощность увеличилась до точки, где OFDM стали возможными и экономичными. Поскольку многие системы беспроводной связи разрабатываются использование OFDM, это стоит тема исследования. Некоторые примеры текущих приложений, использующих OFDM включают DSL, DAB (Digital Audio Broadcasting), HDTV вещания, IEEE 802.11 (стандарт беспроводной сетевой).[9]

С помощью MATLAB моделирования, будет разработано понимание математических алгоритмов, участвующих в этой технике связи. будет включено Моделирование передатчика, приемника и канала. На рисунке 1 показана упрощенная блок-схема кода моделирования MATLAB.[10]

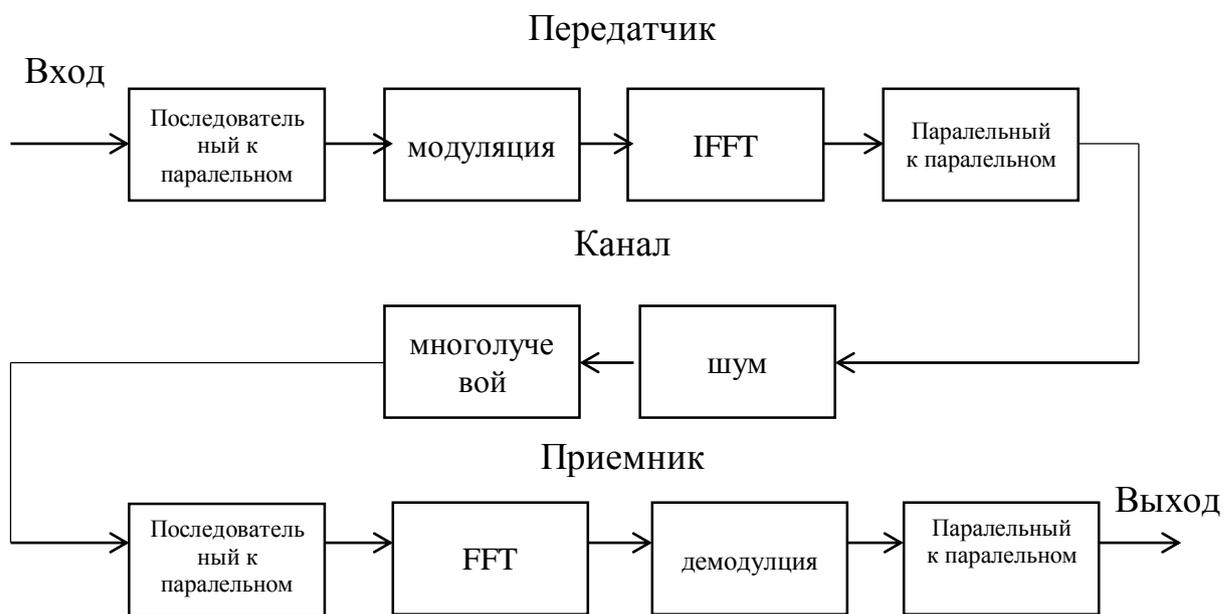


Рисунок 3- Упрощенная блок-схема моделирования OFDM

Передатчик сначала преобразует входные данные из последовательного потока в параллельные множества. Каждый набор данных содержит один бит информации для каждой несущей частоты. Затем параллельные данные модулируются на ортогональных несущих частотах. ОБПФ преобразует параллельные данные в осциллограммы временной области. Наконец, эти сигналы объединяются для создания единого сигнала во временной области для передачи.

Моделирование канала позволит нам исследовать влияние шума и многолучевого распространения по схеме OFDM. При добавлении небольшого количества случайных данных в передаваемый сигнал, простой шум может быть смоделированы. Многолучевость моделирование включает в себя добавление ослабленных и отсроченные копии передаваемого сигнала к оригиналу. Это имитирует проблему в беспроводной связи, когда сигнал

распространяется по многим путям. Например, приемник может видеть сигнал через прямой путь, а также путь, который отражается от здания.

Приемник в основном выполняет обратный передатчик сначала путем разделения данных в параллельные потоки. Затем БПФ преобразует эти параллельные потоки данных в данные частотной области. Данные теперь доступны в модулированной форме на ортогональных несущих. Демодуляция вниз преобразует эту информацию обратно в основной полосе частот. И, наконец, это параллельные данные преобразуются обратно в последовательный поток, чтобы восстановить исходный сигнал.

### Список используемой литературы

- 1) Ван Нее, Ричард, и Прасад, Ramjee. OFDM для беспроводных мультимедийных коммуникаций. Бостон: Artech House, 2000.
- 2) В.А.Котельников, А.М.Николаев, "Основы радиотехники"
- 3) Студопедия. Дискретная модуляция аналоговых сигналов: [http://studopedia.net/10\\_84093\\_diskretnaya-modulyatsiya-analogovih-signalov.html](http://studopedia.net/10_84093_diskretnaya-modulyatsiya-analogovih-signalov.html)
- 4) Теория радиоволн: аналоговая модуляция: <http://habrahabr.ru/post/158493/>
- 5) Википедия. Модуляция: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Модуляция>
- 6) Интуит. Беспроводные сети Wi-Fi: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1004/202/lecture/5236?page=3>
- 7) О'Лири, Симус. Понимание цифрового наземного вещания. Массачусетс: Artech House, 2000.
- 8) Бахайские, Ahmad RS, и Saltzberg, Burton R. Multi-Carrier Цифровые Communications: Теория и приложения OFDM. Нью-Йорк: Kluwer Academic / Plenum Publishers, 1999.
- 9) Келлер, Томас, и Ханзо, Лайош. «Adaptive Modulation многополосный: Удобные рамки для Time-Частотная обработка в беспроводной связи «IEEE Труды IEEE 88 (2000):. 609-640
- 10) Lawrey, Эрик. OFDM Технология беспроводной связи. 11 мая 2000 года 7 ноября 2000 года
- 11) Н. Uchiyama, М. Yoshino, Н. Saito et al., "Photogrammetric system using visible light communication," in Proceedings of the 34th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics (IECON '08), pp. 1771–1776, IEEE, Orlando, Fla, USA, November 2008.
- 12) Н. Mikami, Т. Kakehashi, Н. Nagamoto, М. Nakagomi, and Y. Takeomi, "Practical applications of 3D positioning system using visible light communication," Reports of Technical Research and Development Center of Sumitomo Mitsui Construction Co. Ltd, vol. 9, pp. 79–84, 2011.

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ДЛЯ ЗАДАЧИ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Работа посвящена исследованию устойчивости конечно-разностной схемы для задачи трехфазной неизотермической фильтрации. Предполагается, что среда однородна, изотропна, капиллярные и гравитационные силы не учитываются.

Различные подходы численного решения задач многофазной фильтрации были изучены в работах [1-6]. Работы [4, 6] посвящены численному решению уравнений двухфазной неизотермической фильтрации. Работа [7] посвящена исследованию разностных схем для одного класса квазилинейных параболических уравнений. В работах [3, 8] предложен новый подход решения задачи двухфазной изотермической фильтрации, который основан на введении замены переменных для давления. В работе [9] данный подход обобщен для трехфазного неизотермического потока, исходные уравнения неизотермической модели Маскета-Леверетта были сведены к системе из пяти уравнений в частных производных относительно «глобального» давления, температуры, скорости и двух насыщенностей.

В области  $\bar{Q}_T = \bar{\Omega} \times [0, t_1]$ , где  $\bar{\Omega} = [0, l] \times [0, l]$  - квадрат с границей  $\Gamma$ , рассматривается задача трехфазной неизотермической фильтрации без учета гравитационных и капиллярных сил в "глобальной" постановке [9]:

$$c_T \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla T - \nabla \cdot (k_h \nabla T) = f_T, \quad (1)$$

$$\beta_p \frac{\partial p}{\partial t} - \nabla \cdot (k_p \nabla p) - \beta_T \frac{\partial T}{\partial t} = f_p, \quad (2)$$

$$\frac{\partial s_w}{\partial t} - \nabla \cdot (v_w(x, t) \nabla p) = f_w, \quad (3)$$

$$\frac{\partial s_o}{\partial t} - \nabla \cdot (v_o(x, t) \nabla p) = f_o, \quad (4)$$

$$\vec{u} = -k\lambda(\gamma \nabla p - \xi \nabla T)$$

с начальными и граничными условиями

$$p(x, 0) = p_0, T(x, 0) = T_0, s_\alpha(x, 0) = s_{\alpha 0}, \quad (5)$$

$$\left. \frac{\partial T}{\partial \vec{n}} \right|_\Gamma = g_1, \left. \frac{\partial p}{\partial \vec{n}} \right|_\Gamma = 0. \quad (6)$$

Предположим, что функция  $k_p$  зависит только от глобального давления, коэффициенты  $c_T$ ,  $\beta_p$  являются постоянными и равными единице, а

коэффициент  $\beta_T \equiv 0$ . Предположим, что относительно функций  $k_p, v_\alpha$  выполнены следующие условия:

$$|k_p(p)| \geq c_0, \quad c_0 \leq |v_\alpha| \leq c_1. \quad (7)$$

Поставим в  $\bar{\omega}_{h\tau}$  в соответствие дифференциальной задаче (1)-(6) разностную схему:

$$BT_t^h + L(\bar{u}^h, T^h) + \Lambda_1 T^h = F_T, \quad (8)$$

$$Bp_t^h + \Lambda_2 p^h = F_p, \quad (9)$$

$$s_{\alpha,t}^h + \Lambda_{3\alpha} p^h = F_\alpha, \quad \alpha = w, o, \quad (10)$$

$$u_m^h = -\lambda p_{x_m}^h, \quad m = 1, 2, \quad (11)$$

$$T^h(0) = T_0, \quad p^h(0) = p_0, \quad s_\alpha^h(0) = s_{\alpha 0}, \quad (12)$$

где

$$B = E + \tau \sigma R, \quad R = R_1 + R_2,$$

$$L(\bar{u}, \theta) = 0.5 \sum_{m=1}^2 \left[ \beta_m^+(x) u_m^{+1m} \theta_{x_m} + \beta_m^-(x) u_m \theta_{x_m} \right]$$

$$\beta_m^+(x) = \{1, 0 \leq x_m < l; 0, x_m = l\}, \quad \beta_m^-(x) = \{1, 0 < x_m \leq l; 0, x_m = 0\},$$

$$R_m y = \left\{ -\frac{2}{h} y_{x_m} + y, x_m = 0; -y_{x_m x_m} + y, 0 < x_m < l; \frac{2}{h} y_{x_m} + y, x_m = l \right\},$$

$$\Lambda_1 y = \left\{ -\frac{2}{h} k_p^h y_{x_m}, x_m = 0; -k_p^h y_{x_m x_m}, 0 < x_m < l; \frac{2}{h} k_p^h y_{x_m}, x_m = l \right\},$$

$$\Lambda_2 y = \sum_{m=1}^2 \left[ \chi_m^+(x) \Lambda_{2,m}^+ y + \chi_m^-(x) \Lambda_{2,m}^- y \right], \quad \Lambda_{3\alpha} y = \sum_{m=1}^2 \Lambda_{3\alpha,m} y,$$

$$\chi_m^+(x) = \{1, x_n = 0; 0.5, 0 < x_n < l; 0, x_n = l\}, \quad \chi_m^-(x) = 1 - \chi_m^+(x), \quad n \neq m,$$

$$\Lambda_{2,m}^+ y = \left\{ -\frac{2}{h} k_p^h y_{x_m}, x_m = 0; -\left(k_p^h y_{x_m}\right)_{x_m}, 0 < x_m < l; \frac{2}{h} \left(k_p^h y_{x_m}\right)^{+1m}, x_m = l \right\},$$

$$\Lambda_{2,m}^- y = \left\{ -\frac{2}{h} \left(k_p^h y_{x_m}\right)^{+1m}, x_m = 0; -\left(k_p^h y_{x_m}\right)_{x_m}, 0 < x_m < l; \frac{2}{h} k_p^h y_{x_m}, x_m = l \right\},$$

$$\Lambda_{3\alpha,m} y = \left\{ -\frac{2}{h} v_\alpha^h y_{x_m}, x_m = 0; -\left(v_\alpha^h y_{x_m}\right)_{x_m}, 0 < x_m < l; \frac{2}{h} v_\alpha^h y_{x_m}, x_m = l \right\},$$

$$F_T(x, t) = \left\{ f_T^h, x \in \omega; f_T^h + \frac{2g_1^h(x)}{h}, x \in \gamma; f_T^h + \frac{4g_1^h(x)}{h}, x \in \gamma_0 \right\},$$

$$f_T^h = f_T + O(h^2), \quad f_p^h = f_p + O(h^2), \quad g_1^h = g_1 + O(h^2),$$

где используются обозначения из работы [7]. Введем скалярные произведения и нормы:

$$(u, v)_{\bar{\omega}} = \sum_{x \in \bar{\omega}} u(x)v(x)H(x), \quad (u, v) = \sum_{x \in \omega} u(x)v(x)h_1h_2, \quad (u, v)_{\pm} = \sum_{x \in \omega_{\pm}} u(x)v(x)h_1h_2,$$

$$\|u\|^2 = (u, u)_{\bar{\omega}}, \quad \|u\|_1^2 = \frac{1}{2} \sum_{m=1}^2 \left[ (u_{x_m}^2, 1)_{+} + (u_{x_m}^2, 1)_{-} \right]$$

$$H(x) = \{h_1h_2, x \in \omega; 0.5h_1h_2, x \in \gamma; 0.25h_1h_2, x \in \gamma_0\}.$$

Пусть  $(T^h, p^h, s_{\alpha}^h, \bar{u}^h)$  и  $(\tilde{T}^h, \tilde{p}^h, \tilde{s}_{\alpha}^h, \tilde{u}^h)$  - решения разностной задачи (8)-(12), соответствующие начальным данным  $(T_0, p_0, s_{\alpha 0})$ ,  $(\tilde{T}_0, \tilde{p}_0, \tilde{s}_{\alpha 0})$  и правым частям  $(F_T, F_p, F_{\alpha})$ ,  $(\tilde{F}_T, \tilde{F}_p, \tilde{F}_{\alpha})$ . Положим

$$\theta = T^h - \tilde{T}^h, \quad \psi_T = F_T - \tilde{F}_T, \quad \pi = p^h - \tilde{p}^h, \quad \psi_p = F_p - \tilde{F}_p,$$

$$\sigma_{\alpha} = s_{\alpha}^h - \tilde{s}_{\alpha}^h, \quad \psi_{\alpha} = F_{\alpha} - \tilde{F}_{\alpha}, \quad \alpha = w, o,$$

$$\vec{\zeta}_m = \bar{u}_m - \tilde{u}_m, \quad m = 1, 2.$$

Тогда получим следующую задачу для  $(\theta, \pi, \sigma_{\alpha}, \vec{\zeta})$ :

$$B\theta_i + L(\bar{u}^h, T^h) - L(\tilde{u}^h, \tilde{T}^h) + \Lambda_1\theta = \psi_T, \quad (13)$$

$$B\pi_i + \Lambda_2 p^h - \Lambda_2 \tilde{p}^h = \psi_p, \quad (14)$$

$$\sigma_{\alpha, i} + \Lambda_{3\alpha} \pi = \psi_{\alpha}, \quad \alpha = w, o, \quad (15)$$

$$\zeta_m = -\lambda \pi_{x_m}, \quad m = 1, 2, \quad (16)$$

$$\theta(0) = \theta^0, \quad \pi(0) = \pi^0, \quad \sigma_{\alpha}(0) = \sigma_{\alpha}^0, \quad \alpha = w, o. \quad (17)$$

Теорема 1. При выполнении условий (7),

$$\sigma \geq \sigma_0, \quad \sigma_0 = \max \left\{ \frac{4c_1^2}{c_0} + \varepsilon_2, \quad \zeta_1 + \frac{3c_1}{\varepsilon_4} \right\}, \quad (18)$$

$$\zeta_0 \equiv c_0 - \zeta_1 \|\theta\|_1 - \frac{1}{4} \zeta_1 \|\theta\|_1^2 - \frac{1}{2} c_1 \tau \varepsilon_4 > 0, \quad (19)$$

где

$$\zeta_1 = c_4 \tau^{-1} \|\pi^0\|_B^2 + c_4 \|\psi_p\|_{R^{-1}}^2,$$

разностная схема (8)-(12) устойчива по начальным данным и правым частям уравнений и справедливо неравенство

$$\|\hat{\theta}\|_B^2 + \|\hat{\pi}\|_B^2 + c_5 \tau \|\theta\|_1^2 + 2\tau c_2 \|\pi\|_1^2 + \sum_{\alpha=w,o} \|\hat{\sigma}_{\alpha}^h\| \leq \left(1 + \frac{\varepsilon_3}{\sigma}\right) \|\theta\|_B^2 +$$

$$+ \left(1 + \frac{\varepsilon_2}{\sigma}\right) \|\pi\|_B^2 + \|\sigma_{\alpha}^h\| + \frac{2\tau}{\varepsilon_3} \|\psi_T\|_{R^{-1}}^2 + \frac{2\tau}{\varepsilon_2} \|\psi_p\|_{R^{-1}}^2 + c_6 \tau \|\psi_{\alpha}\|.$$

Таким образом, в работе проведено исследование устойчивости конечно-разностных схем для двух модельных задач трехфазной неизотермической фильтрации по начальным данным и правым частям уравнений. Показано, что при выполнении условий (7), (18), (19) разностная схема является устойчивой. Полученные результаты могут быть использованы для исследования устойчивости разностных схем для задачи, учитывающей капиллярные и гравитационные силы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абдраманова М. Б. Численное моделирование процесса вытеснения нефти паром // Вестник КазГУ. Серия математика, механика, информатика. – Алматы, 1998. - № 10. – С. 3-10.
2. Абиоров А. К., Мухамбетжанов С. Т. Моделирование задач фазовых переходов при неизотермической фильтрации и качественные свойства решения // Вестник КазГУ. Серия математика, механика, информатика. – 1996. - № 5. – С. 3-11.
3. Антонцев С. Н., Монахов В. Н. Краевые задачи для некоторых вырождающихся уравнений механики сплошной среды. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 1977. – 48 с.
4. Ахмед-заки Д. Ж. Об одной задаче двухфазной фильтрации смеси в пористой среде с учетом теплового воздействия // Научные труды НИПИ «Нефтегаз». – 2010. - № 3. – С. 29-33.
5. Боксерман А. А., Якуба С. И. Численное исследование процесса вытеснения нефти паром // Известия АН СССР. – 1987. - № 4. – С. 78-84.
6. Бочаров О. Б., Телегин И. Г. О некоторых особенностях неизотермической фильтрации несмешивающихся жидкостей // Теплофизика и аэромеханика. – Новосибирск, 2002. - № 3. – С. 459-466.
7. Лапин А. В., Ляшко А. Д. Исследование разностных схем для одного класса квазилинейных параболических уравнений // Известия высших учебных заведений. – 1973. - №1 (128). – С. 71-77.
8. Chavent G., Jaffre J. Mathematical models and finite elements for reservoir simulation. – Elsevier, 1986. – 375 p.
9. Temirbekov N. M., Baigereyev D. R. Modeling of three-phase non-isothermal flow in porous media using the approach of reduced pressure // Mathematical modeling of technological processes: 8<sup>th</sup> International Conference, CITech-2015, Almaty, Kazakhstan, September 24-28, 2015, Proceedings / edited by N. Danaev, Yu. Shokin, D. Akhmed-Zaki. – Almaty, 2015. – P. 166-176.

## ҚАРАПАЙЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН БИСИНГУЛЯРЛЫҚ КОШИ ЕСЕБІ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАСЫ

Ғылымның көптеген салаларында күрделі есептер сингулярлы ауытқыған дифференциалдық теңдеулер жүйелерімен сипатталады. Сингулярлы ауытқыған есептерді шешудің асимптотикалық жағдайларын зерттеу А. Н. Тихонова фундаменталдық жұмыстар [1], [2] негізінде қалыптасты және оның оқушылары мен басқа да ғалымдардың еңбектерінде дамытылып келеді. Сонымен қатар, сингулярлы ауытқыған есептердің кейбір сыныптары үшін шешімдердің толық асимптотикалық ыдырауын құру мәселесі әлі күнге дейін өзекті болып отыр. Бисингулярлық есептер [3], [4] айқын шешімдерге ие болатын жағдайлар өте сирек. Қазіргі заманғы компьютерлер үшін де параметрдің жеткілікті кіші мәндерінде шекаралық (ішкі) қабаттарда шешім жағдайын анықтау – еңбекті көп қажет ететін міндет. Бисингулярлы есептер шешімдерінің жағдайын зерттеудегі маңызды құрал асимптотикалық әдістер болып табылады. қазіргі уақытта түрлі асимптотикалық әдістер қарқынды әзірленуде. Қазіргі уақытта түрлі асимптотикалық әдістер қарқынды әзірленуде. Бұл зерттеуде бисингулярлы есептер шешімінің асимптотикалық жіктелуін құру үшін шекаралық функциялар әдісі модификациясы ұсынылады. Асимптотикалық қатардың қалдық мүшелерін бағалау үшін дифференциалдық теңсіздіктер әдісін қолданамыз [1].

### Есептің қойылуы:

Коши сингулярлы есебін шешімінің асимптотикалық жағдайын зерттейміз

$$\varepsilon Y'_\varepsilon(x) + x^m A Y_\varepsilon(x) = \tilde{F}_\varepsilon(x), \quad 0 < x < \infty, \quad (1)$$

$$Y_\varepsilon(0) = Y^0, \quad (2)$$

мұндағы  $0 < \varepsilon$  – скалярлы аз параметр,  $m \in N$ ,  $F_\varepsilon(x)$ ,  $Y_\varepsilon(x)$ ,  $Y^0 \in R^n$ ,  $A(x)$  – оң квадрат матрица –  $n$ -ші ретті  $0 \leq x$ ;  $\lambda_i(x) = \sum_{j=0}^{\infty} \lambda_{ij} x^j$ ,  $\tilde{F}_\varepsilon(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k \tilde{F}_k(x)$ ,  $\tilde{F}_k(x) = \sum_{j=0}^{\infty} x^j \tilde{F}_{kj}$  болғандағы  $0 < \lambda_{i0} < \lambda_i(x)$ ,  $\lambda_{i0} - const$ ,  $\lambda_i(x) \neq \lambda_j(x)$ ,  $i \neq j$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, n$  меншікті мәндеріне ие функция.

$A(x)$  функция-матрицасына қойылған шарттар жағдайында,

$$B^{-1}(x)A(x)B(x) = D(x)$$

теңдігі [5] орындалатын  $n$  ретті  $B(x)$  айқын емес квадраттық матрица-функция бар болады, мұндағы  $D(x) = \text{diag}\{\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_n(x)\}$ -диагональ матрица-функция.

(1),(2) теңдіктеріне  $Y_\varepsilon(x) = B(x)Z_\varepsilon(x)$  алмастыруын жасап, шыққан теңдікті сол жағында  $B^{-1}(x)$  матрица-функциясына көбейтіп, келесі теңдіктерді аламыз:

$$\varepsilon Z'_\varepsilon(x) + x^m D(x) Z_\varepsilon(x) = F_\varepsilon(x) + \varepsilon \tilde{B}(x) Z_\varepsilon(x), 0 < x < \infty, \quad (3)$$

$$Z_\varepsilon(0) = Z^0, \quad (4)$$

мұндағы  $F_\varepsilon(x) = B^{-1}(x) \tilde{F}_\varepsilon(x)$ ,  $\tilde{B}(x) = B^{-1}(x) B'(x)$ ,  $Z^0 = B^{-1}(0) Y^0$ .

### Формалды жіктелуді құру:

(3), (4) теңдіктер шешімдері үшін асимптотикалық жіктелуді келесі түрде іздейміз:

$$Z_\varepsilon(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k Z_k(x) + \sum_{k=-m}^{\infty} \mu^k \Pi_k(t), \quad (5)$$

мұндағы  $\varepsilon = \mu^{m+1}$ ,  $t = \frac{x}{\mu}$ .

Коши есебі:

$$Lw(t) = P(t), t \in (0, \infty), w(0) = w^0$$

мұндағы  $w^0, P(t) \in R^n, P \in C[0, \infty) w^0 - const$ ,

$$w(t) = w^0 e^{-\frac{t^{m+1}}{m+1} \Lambda_0} + e^{-\frac{t^{m+1}}{m+1} \Lambda_0} \int_0^t P(s) e^{\frac{s^{m+1}}{m+1} \Lambda_0} ds$$

түріндегі жалғыз шешімге ие.

$Q_j(t) \in [0, \infty)$  матрица – функциялары асимптотикалық қатарларға жіктелсін:

$$Q_j(t) = t^{m-1} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(m+1)k+j} Q_j(t), j = 0, 1, \dots, m, \quad t \rightarrow \infty$$

Онда  $[0, \infty)$  облысында

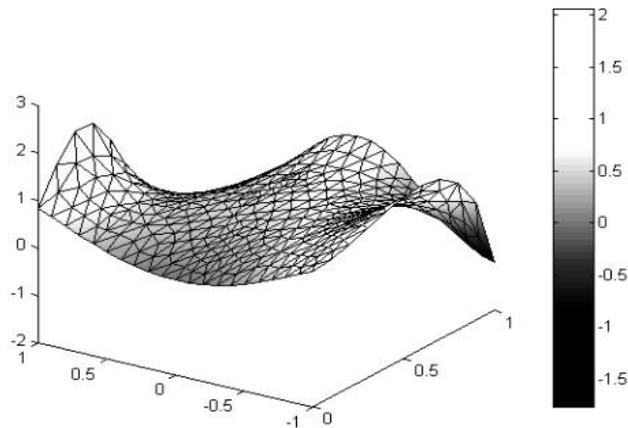
$$w'_j(t) + t^m \Lambda_0 w_j(t) = Q_j(t), j = 0, 1, \dots, m,$$

теңдеуінің шешімі бар болады және ол келесі асимптотикалық қатарларға жіктеледі:

$$w_j(t) = \frac{1}{t} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(m+1)k+j} w_{j,(m+1)k+j}, \quad j = 0, 1, \dots, m, \quad t \rightarrow \infty$$

Онымен қоса бұл қатарды көп ретті мүшелеп дифференциалдауға болады және олар  $Q_j(t)$  теңдігі шешімінің асимптотикалық жіктелуі болып табылады.

Асимптотикалық жағдайларды дәлділік және итерация санының әр түрлі мәндерінде зерттеу және нақты заңдылықтарды анықтау үшін MATLAB [6] жүйесі таңдалды. Есептеудің қарапайым бір мысалы келесі суретте (сурет 1) келтірілген.



Сурет 1. MATLAB көмегімен алынған 2-ретті қарапайым дифференциалдық теңдеу шешімі

Ұсынылған әдіс салыстырмалы басқа асимптотикалық әдістерге қарағанда есептеу санын әлдеқайда жеңілдетеді және асимптотикалық қатардың қалдық мүшесі үшін бағалау дәл алынады.

#### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Тихонов, А. Н. О зависимости решений дифференциальных уравнений от малого параметра / А. Н. Тихонов // Математический сборник. – 1948. – Т. 22 (64). –193–204 б.
2. Тихонов, А. Н. Системы дифференциальных уравнений, содержащих малые параметры при производных / А. Н. Тихонов // Математический сборник. – 1952. – Т. 31 (73), № 3. –575–586 б.
3. Зимин, А. Б. Задача Коши для линейного уравнения второго порядка с малым параметром, вырождающегося в пределе в уравнение с особыми точками / А. Б. Зимин // Дифференциальные уравнения. – 1969. Т. 5, № 9. – 1583–1593 б.
4. Ильин, А. М. Согласование асимптотических разложений краевых задач / А. М. Ильин. – М. : Наука, 1989. – 334 б.
5. Гантмахер, Ф. Р. Теория матриц / Ф. Р. Гантмахер. – М. : Наука, 1966. – 576 б.
6. Е.А. Рындин, И.Е. Лысенко. Решение задач математической физики в системе MATLAB // Учебное пособие: Таганрог, 2005

ӘОЖ 681.518

Жақсылық Б.Н. (16-ВРк-2), Сағынганова И.К. (ШҚМТУ), Маркин В.Б. (АлтМТУ)

## ЖЫЛУ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ДЕРЕКТЕРІН КОНВЕЙЕРЛІК ӨНДЕУДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ КЕЗІНДЕ СИСТОЛАЛЫҚ МАССИВТЕРДІ ҚОЛДАНУ

Технологиялық пен энергетикалық үдерістердің тиімділік үйлесімділігі мен энергошығынды оңтайландыру тұрғысынан маңызды міндет болып, өндірістік жылу тұтынушы құрылғы қондырғылары мен сұлбаларын жетілдіру болып табылады. Жылумен жабдықтаудың сапасы мен тиімділігін арттыру мәселесін шешудегі негізгі бағыттардың бірі жылу пункттерінің жұмысы кезінде жылу шығынын реттеуді автоматтандыру болып табылады.

Осы орайда микроэлектрониканың технологиялық мүмкіндіктер деңгейі есептеуіш техниканың даму деңгейін айқындайды. Кристаллдағы элементтердің орналасу тығыздығын арттыру, оларды ауыстыру жылдамдығын жоғарылату, компьютердің жылдам жұмыс істеуі мен өлшемдерінің азаюына ғана әкелмейді, сонымен қатар негізімен жаңа сәулеттік шешімі бар есептеуіш жүйелерді жасап шығуға мүмкіндік береді. Микроэлектрониканың жетістігі қазіргі таңда, бір кристаллда орналасқан күрделі өте миниатюрлі есептеуіш құрылғыларды жасау мүмкіндігі. Мұндай құрылғыларды көптеп шығару, салыстырмалы түрде бағасын да арзандатады. Бұл жағдайлардың барлығы, есептеуші жүйені құрастырудың келешегін жарқын еткенмен, жаңа мәселелердің, соның ішінде математикалық мәселелердің туындауына әкеледі [1].

Ең қиын мәселе, жеке функционалдық құрылғылар арасындағы қажетті байланыстарды жылдам қамтамасыз ететін коммуникациялық желілерді жасау болып табылады. Құрылғылардың іске қосылу жылдамдығы аз болған кезде, қажетті коммуникациялық желілерді жасауға кедергі келтіретін негізгі факторлар – байланыс желілерінің саны мен коммутаторлардың күрделілігі болды. Бірақ та құрылғының іске қосылу жылдамдығы артқан сайын, жоғарыдағы факторлармен қатар байланыс желілерінің ұзындығы да аса маңызды бола бастады.

Систолалық ауқымның математикалық үлгісін құрастыру келесі идеяға негізделген. Біздің қарамағымызда бір уақытта іске қосылатын, қарапайым бірнеше функционалдық құрылғылар болсын делік. Оның математикалық құрамы мен техникалық конструкциясы аса маңызды емес. Маңыздысы, құрылғыларға келген және шыққан ақпараттарының сәйкестігі. Егер қандай да бір себептермен құрылғыға ақпараттар келмесе, онда оны функционалдық құрылғылар өздігінен өңдеп шығарады деп санауға болады. Әр функционалды құрылғы конструктивтігі жағынан дұрыс төрт немесе алты бұрышты етіп жасалған делік, яғни осы көпбұрыштың шегіне бір жағынан кіріс, бір жағынан шығыс қарастырылған. Бұл функционалдық құрылғыларды систолалық ұяшықтар деп атайтын боламыз (процессорлы элементтер, элементарлы процессорлар, чиптер және т.б.) [2].

Енді әр түрлі пішіндерді, көпбұрыштарды бірінен соң бірін жинастыра бастаймыз, болжам бойынша көршілес көпбұрыштар бір бірімен түйісуі керек. Түйіскен жерлерде көршілес функционалдық құрылғылардың кірісі мен шығысын жалғаймыз. Мұндай құрастырудың нәтижесінде шыққан пішіннің кейбір кірістері мен шығыстары бос қалады. Егер осы шыққан құрылғылардың жиынтығын бір уақыттық тактіде, синхронды тәртіпте жұмыс істете алсақ, есептеуші жүйенің арнайы үлгісін аламыз. Ал бос кірістерге сол синхронды тәртіпте кірістік мәліметтерді беріп отырсақ, бос шығыстардан біраз уақыттан кейін қандай да бір нәтижелерді алатын боламыз. Осындай тұрғыдан жасалған есептеуіш жүйе үлгісі систолалық жүйе деп аталады.

Систолалық жүйені тұрғызу үшін, тек жазық көпбұрыштар ғана қолданылады делік. Олардың конфигурациясы мен өлшемдері бірдей, бір жазықтықта ешқандай саңылаусыз бір бірімен түйіскен. Мұндай систолалық жүйе, систолалық ауқым (массив) деп аталады.

Систолалық ауқымды қолдану үшін, бірнеше жерден түсетін көп мәліметтерді бақылап, басқаруға мүмкіндік беретін технологияны ойластырдық. Бұл технология мәліметтерді параллельді – конвейерлі өңдеуге негізделген, яғни стандартты қызмет заманауи бағдарламалау тілінде жүзеге асырылған және компьютер ішінде сақталған мәліметтермен жұмысты орындай отырып, бір желіге біріктірілген көп компьютерлердің де мәліметтерін қатар өңдеу мүмкіндігін береді. Бірақ, шынайы өмірде мәліметтер сервері пайдаланушы компьютері мен шеткері компьютері біршама қашықта орналасқан.

Бұдан түсетін мәліметтердің көлемі ұлғайған сайын өңдеу уақыты да артады, соның салдарынан шеткері қондырғылардың жұмыс режимі мен қауіпсіздігіне әсер ететін маңызды ақпараттардың жедел өңделуі шегерілуі мүмкін. Көп мәліметтер ағынымен жұмыс тиімділігін арттыру және мәліметтермен жұмыс басымдылығын ұйымдастыруды жақсарту үшін, орталық процессордың ағындармен жұмысы технологиясын желіден түсетін мәліметтермен жұмыс жасайтын есептеуіш машинаға ауыстыру ұсынылады.

Дербес компьютерде орталық процессордың ағындармен жұмысы жақсы ұйымдасқан. Мұны шынайы мәліметтермен жұмысқа пайдаланған тиімді.

Windows - тағы ағын деп операциялық жүйенің қосымшаның орындалуына арналған бөлінген процессорлық уақытындағы ядро нысанын айтамыз. Әр ағынға келесі ресурстар тиесілі: орындалатын функция коды; процессор регистрлерінің жиыны; қосымша жұмысына арналған стек; операциялық жүйе жұмысына арналған стек; қауіпсіздік жүйесі үшін ақпарат ұстайтын кіру маркері.

Бұл барлық ресурстар Windows - тағы ағын мәнмәтінің құрады. Windows - тағы әр ағын дескрипторлармен қатар, жүйеде орындалатын ағындар үшін бірегей ерекше өзіндік идентификаторларға ие. Ағын идентификаторлары жүйені қолданушыларға ағын жұмысын қадағалау мүмкіндігін беретін қызметтік бағдарламаларда қолданылады.

Windows – тың операциялық жүйесінде екі типті ағындарды ажыратады: жүйелік ағындар; қолданушылық ағындар [3].

Жүйелік ағындар операциялық жүйенің әртүрлі қызметін орындайды және операциялық жүйе ядросымен іске қосылады. Қолданушылық ағындар қолданушының міндеттерін шешуге арналған және қосымшалармен (приложения) іске қосылады. Біздің жағдайда ауыстыру мүмкіндіктері үшін қолданушылық ағындар қарастырылатын болады.

Ағындардың «бір уақытта» (немесе «конвейерлі - параллель») орындалуы дегеніміз, егер бір ядролы бір процессор болса, бір сәтте бір ағын ғана орындалады дегенді білдіреді. Бірақ, операциялық жүйе процессорды бір ағынды орындаудан екіншісіне жылдам ауыстыруы мүмкін, ал процессордың жоғары жиілігі салдарынан (әдетте, операциялық жүйелер, ағынды өңдеуге 0,6 нс бөледі) қолданушыға бір уақытта бірнеше бағдарлама жұмыс істеп тұрғандай көрінеді. Мұндай жағдай ағындарды жалған параллельді немесе «конвейерлі - параллельді» өңдеу деп аталады. Процессордың ағындармен (үдерістермен) жұмысы кезінде, процессор өңдейтін ағындардың басымдылығын анықтай алу мүмкінділігі де маңызды. Неғұрлым басымдылығы жоғары болса, соғұрлым сол ағынды өңдеуге уақыт көбірек бөлінеді.

Осы міндеттерді орындау барысында басымдылықты ескере отырып, бір емес орталық жылу пункті қызмет көрсететін бірнеше жылу пунктімен жұмыс істеуі қажет. Жылу пункттерінен түсетін мәліметтерді өңдеудің ұсынылып отырған әдістемесін егжей – тегжейлі қарастырайық. Дербес компьютерлердің жылу пункттермен жұмысын түсіну үшін, Windows – тың операциялық жүйесінде ағынның жаратылу қызметін қарастырайық. Ұсынылып отырған жылу пункттерінің мәліметтерін өңдеуге арналған ағындар мен үдерістерді қолдану технологиясындағы ThreadFunc параметрі жылу пунктінің орындайтын белгілі бір міндетін көрсетеді [4].

Жылу пункттерінен түскен мәліметтерді өңдеу кезінде басымдылықтарды енгізу мүмкіндігін атап өту қажет. Бұл белгілі бір жылу пунктінің басымдылығын және жылу пункттерінен түскен мәліметтерді өңдеу кезіндегі міндеттердің басымдылығын белгілеуге де қатысты. Мұны үдерістер мен ағындар жұмысы басымдылығын ұйымдастырған сияқты жасауға болады. SetPriorityClass қызметін шақыру арқылы үдерістің басымдылық классын өзгертеміз:

```
BOOL SetPriorityClass(HANDLE hProcess, DWORD fdwPriority);
```

Бұл қызмет fdwPriority параметрінің мәніне сәйкес, сипаттаушы hProcess анықтайтын үдерістің басымдылық классын өзгертеді. Соңғысы басымдылыққа сәйкес бір мәнге ие болуы керек. SetPriorityClass – ты үдерісті сипаттаушы қабылдайтын болғандықтан, жүйеде орындалатын кез келген үдерістің басымдылығын өзгертуге болады, егер оның сипаттаушысы белгілі және оған кіруге болса. Бастапқы ағынның басымдылығын өзгерту үшін, мына қызметке жүгінеміз:

```
BOOL SetThreadPriority( HANDLE hThread, int nPriority);
```

Әрине hThread параметрі басымдылығы өзгерген ағынды көрсетеді.

Ұсынылып отырған әдістеме жылу пункттерінің мәліметтерін жоғары жылдамдықпен өңдеуді қамтиды, сонымен қатар ағындардың орындалу басымдылықтарын енгізу есебінен сенімділік пен қауіпсіздікті арттырады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1 Побегайло А.П. Системное программирование в Windows. – СПб. Петербург, 2006. – 1056 с.: ил. ISBN 5-94157-792-3.

2 Тапенамбум Э. Современные операционные системы. 2-е изд. – СПб. Питер, 2007. – 1038 с.: ил. ISBN 978-5-318-00299-1, 5-318-00299-4.

3 Сагынганова И.К. Разработка гибридной архитектуры информационных систем для решения задач тепловых сетей.- «Вестник НИИ РК».- 2018. - №4.- С.74-78.

4 Сагынганова И.К. О вопросах внедрения цифровизации и информационных технологий на примере систем теплоснабжения предприятий агропромышленного комплекса. – КазНАУ, «Ізденістер, нәтижелер». - 2018. - № 4. - С.224-229.

## ОҚУШЫЛАРДЫҢ КӘСІБИ ӨСУІН МОНИТОРИНГ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖҮРГІЗУ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Мақалада қоғамдық дамудың ақпараттық кезеңіне көшу тұрғысында оқушыларды кәсіби дамуына жетелеудің тәсілдері мен мәселелері талқыланып, тиісті тәжірибе сипатталды.

Біздің қоғамымыздағы гуманистік идеалдарға негізделген жаңа педагогикалық парадигмалардың пайда болуы педагогикалық қорғауды және педагогикалық категориядағы абсолютталған ескі авторитарлық педагогикаға балама ретінде әрекет ететін негізгі түсініктердің бірі ретінде психологиялық-педагогикалық көмек пен қолдау ретінде ұсынылған.

Психологиялық-педагогикалық көмекті көрсету және жеке және кәсіби дамуда оқушыларды қолдау қажеттілігін негіздеу, сондай-ақ университеттің білім беру кеңістігінде дараландыру үшін жағдай жасау қазіргі білім берудің маңызды мәселесі болып табылады. Зерттеу барысында оқушылардың психологиялық-педагогикалық құзыреттілігін, өзін-өзі тануды және өзін-өзі дамытуды жетілдіруге мүмкіндік беретін бағдарламаның құрылымы, принциптері мен шарттары сипатталады.

Зертханалық мамандардың психологиялық, диагностикалық әдістерін қолдану күнделікті психология мен студенттік мінез-құлықтан ғылымиға дейін жылжуға мүмкіндік береді. Сондықтан зерттеудің негізгі міндеті оқушыны өзі туралы білуге көмектесу болып табылады. Мұғалімдер, ата-аналар, топ кураторлары қажетті психологиялық және педагогикалық ақпаратты береді. Оқушының психологиялық сипаттамаларын зерттеу кәсіптік оқытудағы табысты болжау үшін қажет.

Ол үшін оқушыларды әртүрлі тестілеулерден өткізу қажет.

Мысалы, адам қызметінің әртүрлі түрлері келесі негізгі топтарға бөлінеді: адамдар - адамдар, адамдар - жабдықтар, адамдар - сигналдық жүйелер, адамдар - көркемдік имидж. Сондықтан бірінші кезеңде аталған әрекеттердің бір немесе екеуіне оқушының бейімділігін анықтау керек. Яғни, оқушылар тестілеуден өту арқылы, өзінің қай жаққа бейім екенін қорытындыдан көре алады.

Осы мақсатта кәсіби дайындық сауалнамасы (ОКГ) қолданылады. Оқушылардың кәсіптік бағдарланған дағдылары мен қабілеттерін қолдауға, өзара үйлестіруге, табысты іске асыруға және эмоционалдық қолдауына қатысты жеткілікті сенімді ақпарат алуға мүмкіндік береді.

«Оқушылардың кәсіби дамуына арналған» ақпараттық жүйені әзірлеуде психодиагностикалық әдістер пакетін таңдадым. Бұл бағдарламалық қамтама оқушыларға арналған тестілеу рәсімінен басталады, содан кейін жеке кеңес беру және ұсынымдар. Тестілеуден алынған консультациялар түрінде алынған педагогикалық ақпарат, ең алдымен, оқушылардың өзін-өзі дамытудың, мамандық таңдай алуының шыңына шығуға мүмкіндік береді. Оқушыларды ерікті

оқыту (коммуникация, сенімді мінез-құлық, шығармашылық, әсер және т.б.) ұсынылады.

Оқушылардың кәсіби өсуін мониторинг және талдау үдерістерінің диаграммалары ақпараттық жүйені әзірлеудегі негізгі реттілік болып табылады.

1. Пайдалану нұсқаларының диаграммалары жүйенің қызмет етуінің бағытын немесе осы жүйе не істеу керектігін сипаттайды.

Оқушының кәсіби өсуіне мониторинг және талдау жүргізуін сипаттайтын бизнес-үдерістер:

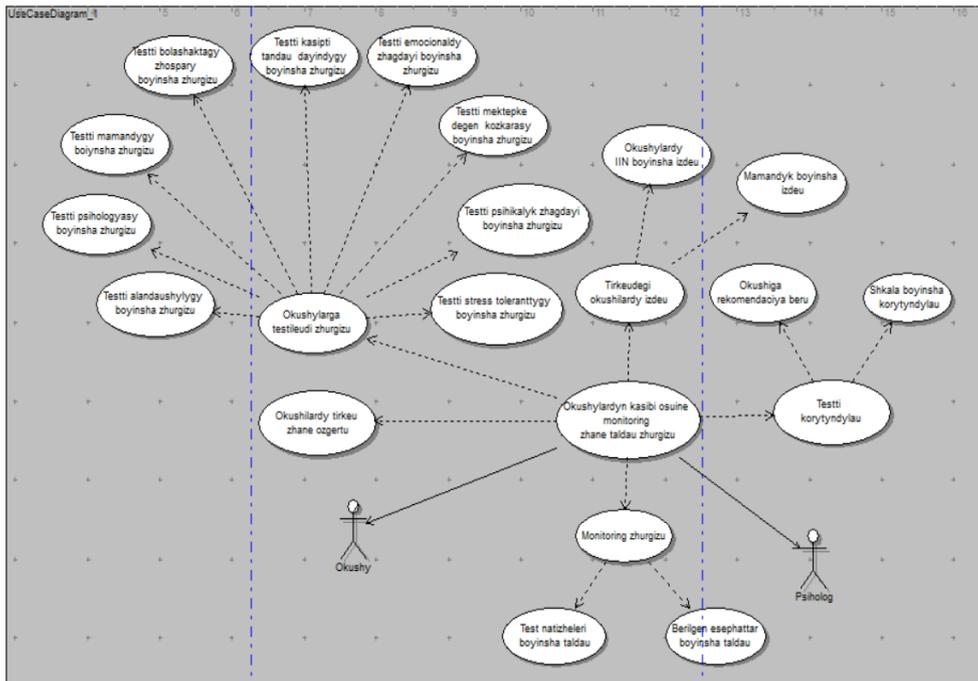
- оқушыларды тіркеу және өзгерту;
- оқушыларға тестілеуді жүргізу;
- тіркеудегі оқушыларды іздеу;
- оқушыларды ИИН бойынша іздеу;
- оқушыларды мамандығы бойынша іздеу;
- оқушыларға тестілеуді жүргізу;
- тестті психологиялық жағдайы бойынша жүргізу;
- тестті болашақтағы жоспары бойынша жүргізу;
- тестті кәсіпті таңдауға дайындығы бойынша жүргізу;
- тестті мамандығы бойынша жүргізу;
- тестті алаңдаушылығы бойынша жүргізу;
- тестті психикалық жағдайы бойынша жүргізу;
- тестті эмоционалды жағдайы бойынша жүргізу;
- тестті мектепке деген көзқарасы бойынша жүргізу;
- тестті стресс толеранттығы бойынша жүргізу;
- тестті қорытындылау;
- оқушыға рекомендация беру;
- тестті шкала бойынша қорытындылау;
- мониторинг және талдау жүргізу;
- тест нәтижелері бойынша жүргізу;
- берілген есепхаттар бойынша талдау жүргізу.

Оқушылардың кәсіби өсуіне мониторинг және талдау жүргізуін орындайтын актерлер:

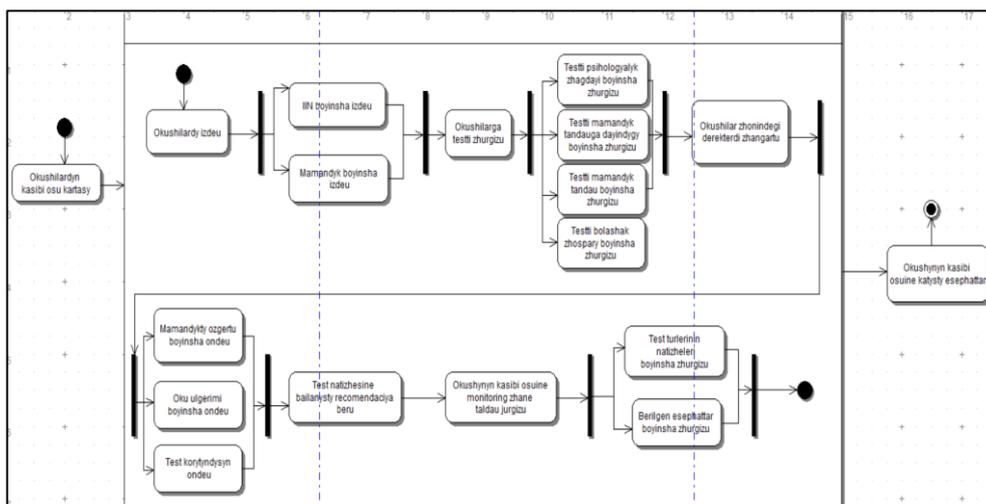
- психолог;
- оқушы.

Сурет 1-де Оқушылардың кәсіби өсуіне мониторинг және талдау жүргізуінің пайдалану нұсқасының диаграммасы көрсетілген.

2. UML-дегі әрбір күйлер диаграммасы белгілі кластың бір данасының бүкіл ықтимал күйлерін және оның бір күйден басқа күйге өтуінің ықтимал тізбектіліктерін суреттейді. Сурет 4-те күй диаграммасы көрсетілген.



Сурет 1. Пайдалану нұсқаларының диаграммасы



Сурет 4. Күй диаграммасы

Сонымен оқушылардың кәсіби өсуін мониторинг және талдау жүргізу үдерістері сипатталды.

Осы тақырыпты дамытудың ағымдағы жағдайымен оқушылардың өзін-өзі тану, мамандық таңдай алу үдерістерін педагогикалық қолдау мектеп білім беру кеңістігінде оқушыларды кәсіби дамытудың көптеген мәселелерін шеше алады.

#### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР:

1. <http://library.arsu.kz/?p=2017#>
2. <https://lektsii.org/16-59393.html>

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»

Умные дома являются результатом повсеместного внедрения компьютерных технологий, представленные в виде интеллектуализации жилья. Под «Умным домом» понимается дом, в котором несколько взаимосвязанных устройств и бытовых приборов выполняют определенные действия, чтобы сэкономить деньги, время и энергию. Система управления умным домом называется домашней автоматизацией и уже десятилетиями используется в своей базовой форме. Например, программирование микроволновой печи на определенное время и температуру или открытие автоматической двери гаража с помощью пульта дистанционного управления.

Современные системы интеллектуальных домов намного более продвинуты. Они позволяют интегрировать различные интеллектуальные устройства и бытовую технику, управлять ими через центральную панель с возможностью доступа через Интернет. Современные тенденции развития технологии «Умный дом» связаны с концепцией IoT (Internet of Things). IoT – обширная сеть интеллектуальных объектов, которые совместно собирают и анализируют данные и самостоятельно выполняют определенные действия.

Проектирование умных домов и развитие технологий в данном направлении набирают высокие темпы и колоссальные масштабы. Приведем анализ в разрезе стран, показывающий масштабное развитие и внедрение автоматизации и интеллектуализации домашней среды.

Согласно докладу научно-исследовательской службы VI Intelligence, производство систем и устройств для дома в течение 5 лет выросло на 67% и составило 1,8 млрд. единиц к 2019 году. Этот показатель говорит о том, что рост данного рынка растет даже быстрее, чем рынок смартфонов [1].

По данным аналитической компании Strategy Analytics в США за последние 4 года число домов и квартир, оснащенных «умными системами» удвоилось.

По оценкам статистического портала Statista [2,3] США является страной номер один по количеству умных домов. На 2018 год этот показатель составил 40,3 миллиона, что на 20,4% больше чем в 2017 году и составляет 32% от общего числа домов в США. Типичный американский любитель умного дома тратит в среднем 146,54 долларов в год на интеллектуализацию дома. Ожидается, что к 2022 году больше половины американских домов будут оснащены интеллектуальными системами.

Китай, конечно, отстает от США по количеству – 19,5 миллионов интеллектуальных домов, но имеет непостижимую статистику. Так за 2018 год построено на 48,1% больше умных домов, чем в предыдущем году. По оценкам к 2022 году число домов, в которых есть технологии управления и подключения,

вырастет до 62,4 миллиона. В настоящее время гражданин Китая тратит на умный дом около 98,60 долларов в год.

В Британии около 19,7% домов имеют технологию Smart Home и, по оценкам, в 2022 году эта цифра возрастет до 39%, что приближает Британию к Америке по данному показателю.

Необходимо отметить, что одна третья владельцев умных домов в этих странах были люди в возрасте от 25 до 34 лет.

На рисунке 1 приведены количественные показатели роста домов с интеллектуальными системами в США и странах Европы за последние 7 лет.

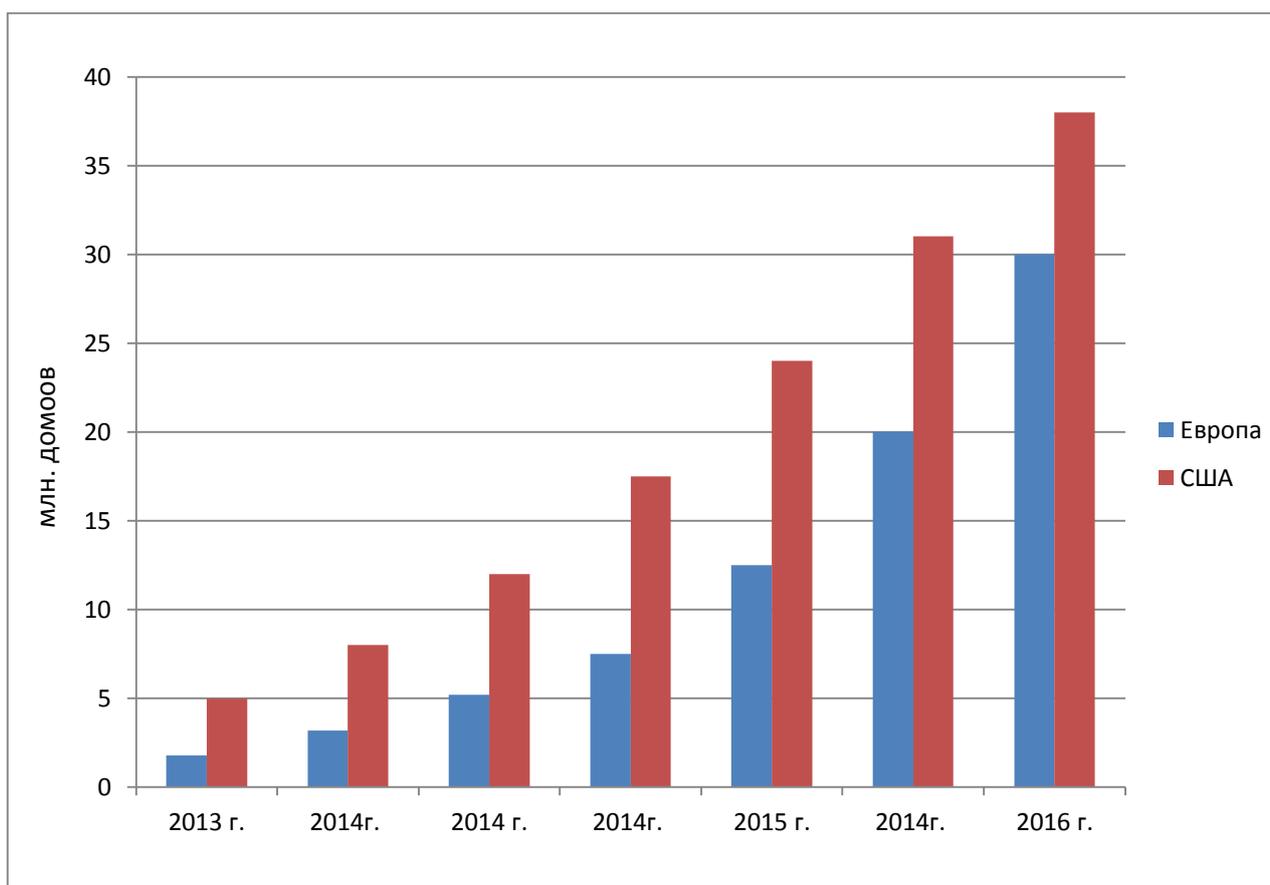


Рисунок 1. Количественные показатели домов с интеллектуальными системами в США и странах Европы

Австралийцы тратят в среднем 187 долларов США на дом для внедрения интеллектуальных систем. Около одной пятой всех домов оснащены смарт технологиями. Стоимость умного дома в Австралии в 2018 году составила 932 миллиона долларов США. Для Австралии возрастной показатель владельцев таких домов до 35 лет составляет половину от общего числа.

Примерно каждый пятый дом в Южной Корее является умным, что неудивительно, учитывая, что в этой стране у таких компаний как Samsung и LG есть свои города. На данный момент это составляет 4 миллиона домов, и ожидается, что к 2022 году количественный показатель вырастет до 34,7%.

Самая большая группа пользователей умных домов находятся здесь. Средний возраст пользователей 45-54 лет, что намного выше большинства западных стран. Они тратят в среднем 118 долларов США в год на устройства умного дома.

В России это направление пока еще не так хорошо развито. В стране всего 900 000 умных домов, что составляет 1,7% от общего числа домов и треть из них принадлежит людям в возрасте 35-44 лет. Они тратят в среднем 138 долларов на технологии умного дома. В 2018 году затраты на умные дома в России составили 301 миллион долларов.

По прогнозам, к 2022 году мировой рынок умных домов достигнет более 53 миллиардов долларов США. Согласно прогнозам, потребители из Северной Америки будут тратить больше всего на системы и услуги интеллектуальных домов, по сравнению с потребителями из других регионов. Прогноз объема мирового рынка умного дома с 2016 по 2022 годы в миллиардах долларов США приведен на рисунке 2.

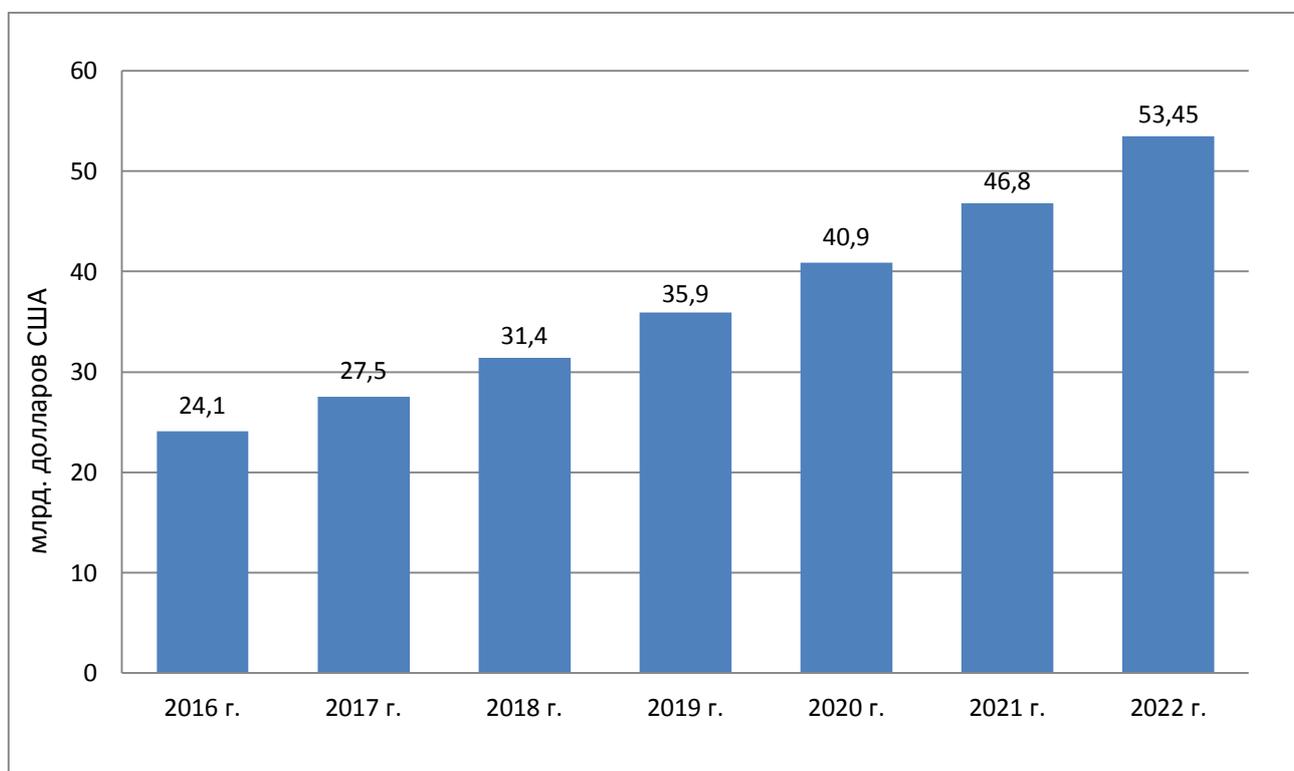


Рисунок 2. Прогноз объема мирового рынка умного дома

Процент проникновения умных технологий в казахстанские дома составляет менее 1% (0,7-0,9%). Если сравнить этот показатель с западными странами, то мы запаздываем на 3-5 лет. Однако есть все основания утверждать, что рынок умных домов в Казахстане приобретет популярность и начнет развиваться ускоренными темпами, поскольку умный дом – это комфорт и безопасность, экономия сил и времени, сбережение энергии и семейного бюджета.

Все больше отслеживаются положительные тенденции в

заинтересованности смарт технологиями, и уделяются огромное внимание со стороны государства на развитие данных технологий. Привлекаются опытные зарубежные компании, такие как Cisco, SAP, TeleTask для внедрения умных технологий в дома и города. Основываются казахстанские компании по внедрению, разработке смарт технологий и активно растёт заинтересованность студентов, научных деятелей к данной тематике. Организуются форумы, из которых можно выделить ASTEX AstanaSmartCity, IoTForumAstana, DIGITALBRIDGE.

К 2030 году на планете будет более 600 умных городов. На основе государственной программы «Digital Kazakhstan», по которой планируется развитие умных городов, пять из них должны быть в Казахстане – Астана, Алматы, Караганда, Шымкент и Актобе [4].

Глава государства Н.А.Назарбаев подчеркнул в ежегодном Послании народу Казахстана, что «Умные города» станут локомотивами регионального развития, распространения инноваций и повышения качества жизни на всей территории страны [5].

В Казахстане этот рынок только набирает обороты и является неотъемлемой частью дальнейшего направления развития Страны. Актуальность совершенствования и поиска технологии, новых проектных решений по интеллектуализации устройств и систем при возведении «Умных городов», в частности «Умных домов» является не опровержимым фактом сегодняшнего дня.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Умный дом» - модный термин или реальная необходимость? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://forbes.kz/process/technologies>.
2. Вокруг света в тенденциях умного дома. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.the-ambient.com/features>.
3. Сайт портала Statista [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/topics/2430/smart-homes>.
4. Smart city technologies in Kazakhstan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kazakh-tv.kz/en/>
5. Послание Президента Республики Казахстан Н. Назарбаева народу Казахстана от 10 января 2018г.

## ЭЛЛИПТИКАЛЫҚ ТИПТЕГІ АЙЫРЫМДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУДІҢ БІР ТӘСІЛІ

Табиғат құбылыстары мен үрдістерін зерттеу барысында эллиптикалық типтегі дербес туындылы дифференциалдық теңдеулері бар математикалық моделдер көптеп кездеседі [1-5]. Мысалы, сығылмайтын сұйықтықтар қозғалысын зерттеу барысында пайда болатын жылдамдық потенциалы мен стационар үрдістегі температураның үлестірілуі Лаплас теңдеуін қанағаттандырса, жылу көзі бар үрдіс Пуассон теңдеуі арқылы сипатталады [1-3].

Тік төртбұрышты обылыста Пуассон теңдеуіне арналған айырымдық Дирихле есебін шешу үшін тура әдістер тиімді болады. Тура әдістер айнымалылары ажыратылатын жағдайда ғана қолайлы болып келеді.

Қазіргі уақытта тік төртбұрышты облыста Пуассон теңдеуіне арналған әртүрлі шекаралық, аралас есептерді шешудің алгоритмдік тілдерде жазылған стандартты бағдарламалары бар. Оларды күрделі облыстардағы стандартты емес есептерді шешу барысында қажетті ақпарат ретінде пайдалануға болады. Қисықсыздықты облыста берілген есептерді немесе айнымалы коэффициентті эллиптикалық теңдеулерді шешу үшін итерациялық әдістерге жүгінеді.

Мақалада екі өлшемді облыстағы моделдік Дирихле есебі мысалында эллиптикалық типтегі айырымдық есептерді сандық шешудің модификацияланған айнымалы үшбұрышты әдісі бойынша сандық шешудің алгоритмдері қарастырылған [1].

$N$  гильберт кеңістігінде ерекшеленбеген  $A$  операторымен берілген

$$Ay = \varphi, \tag{1}$$

түріндегі сызықтық операторлық теңдеуді жуықтап шешу үшін айнымалы үшбұрышты әдісті қарастырайық, мұндағы  $A = A^* > 0$ .

(1) түріндегі операторлық теңдеуді шешу үшін екі қабатты канондық формада берілген келесі түрдегі итерациялық әдісті қолданылады:

$$B \frac{y_{R+1} - y_R}{\tau_{R+1}} + Ay_R = f, \quad k = 0, 1, \dots, n, \quad y_0 \in H, \tag{2}$$

мұндағы  $B : H \rightarrow H$ ,  $B = B^* > 0$ .  $A$  және  $B$  операторлары үшін келесі шарттар орынды:

$$\gamma_1 B \leq A \leq \gamma_2 B, \quad \gamma_1 > 0, \tag{3}$$

мұндағы  $\gamma_1, \gamma_2$  – тұрақтылар.

$\gamma_1, \gamma_2$  үшін чебышев параметрлерін келесідегідей түрде таңдағанда  $\min_{\{\tau_R\}} n(\varepsilon)$  итерацияның минималды мәнін аламыз.

$$\tau_R = \frac{\tau_0}{1 + \rho_0 \sigma_R}, \quad \tau_0 = \frac{2}{\gamma_1 + \gamma_2}, \quad \rho_0 = \frac{1 - \xi}{1 + \xi}, \quad \xi = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

мұндай жағдайда (2) есептеу орнықты болады. (2)  $(k+1)$ -ші итерацияны есептеу үшін келесі формуланы пайдаланамыз:

$$By_{R+1} = F_R, \quad F_R = By_R - \tau_{R+1}(Ay_R - f).$$

$y_{R+1}$  есептеудегі әрекеттер  $B$  операторынан тікелей байланысты.  $B$  операторын келесі түрде таңдай отырып

$$B = (D + \omega A_1)D^{-1}(D + \omega A_2), \quad (5)$$

мұндағы  $A_1$  және  $A_2$  – үшбұрышты матрицалармен берілген оператор және  $A_1^* = A_2$ ,  $A_1 + A_2 = A$ , ал  $D = D^* > 0$  – оң анықталған қандай да бір оператор, яғни айнымалы үшбұрышты әдіс. Әдетте  $D = (d_{i_i})$  – диагональды матрица болады. Олар үшін төмендегі қатынастар орынды:

$$A \geq \delta D, \quad A_1 D^{-1} A_2 \leq \frac{\Delta}{4} A, \quad \delta > 0, \quad \Delta \geq \delta > 0, \quad (6)$$

(6)-дағы қатынастарды келесідегідей эквивалентті түрде жазуға болады:

$$(Ay, y) \geq \delta(Dy, y), \quad (D^{-1}A_2y, A_2y) \leq \frac{\Delta}{4}(Ay, y).$$

Бұл жағдайда итерация параметрлері үшін төмендегі формулаларды алуға болады:

$$\omega = \frac{2}{\sqrt{\delta\Delta}}, \quad \xi = \frac{2\sqrt{\eta}}{1 + \sqrt{\eta}}, \quad \eta = \frac{\delta}{\Delta}, \quad (7)$$

ал, итерация саны үшін мына қатынас орынды:

$$n(\varepsilon) \approx n_0(\varepsilon) = \frac{1}{2\sqrt{2}\sqrt[4]{\eta}} \ln \frac{2}{3}. \quad (8)$$

Дирихле моделдік есебі үшін айнымалы үшбұрышты әдістің формулалары.

(1) теңдеуіндегі  $A$  операторын қосынды түрінде жазайық:  $A = A_1 + A_2$ , мұндағы

$$A_1 y = \frac{y_{x_1}^-}{h_1} + \frac{y_{x_2}^-}{h_2}, \quad A_2 y = -\frac{y_{x_1}^-}{h_1} - \frac{y_{x_2}^-}{h_2},$$

Және де  $D = E$ .  $A_1$  және  $A_2 : A_2 = A_1^*$  операторларының түйіндістігі бірінші Грин айырымдық формуласы арқылы немесе матрицаларды салыстыру арқылы тұрғызылады:

$$(A_1 y, \nu) = (y, A_1^* \nu) = (y, A_2 \nu).$$

Яғни, келесі формулалар орынды:

$$B y_{R+1} = (E + \omega A_1)(E + \omega A_2) y_{R+1} = F_R,$$

$$F_R = B \overset{\circ}{y}_R + \tau_{R+1} (\Lambda y_R + \varphi) \quad (y_R = \mu, \quad \overset{\circ}{y}_R = 0, \quad x \in \gamma_h).$$

$y_{R+1}$  мәндері келесі формулалардан табылады:

$$(E + \omega A_1) \overset{\circ(1)}{y}_R = F_R, \quad (E + \omega A_2) \overset{\circ(1)}{y}_{R+1} = \overset{\circ(1)}{y}_R.$$

Ендеше

$$\overset{\circ(1)}{y}_R(i_1, i_2) = \left[ \frac{\chi_1 \overset{\circ(1)}{y}_R(i_1 - 1, i_2) + \chi_2 \overset{\circ(1)}{y}_R(i_1, i_2 - 1) + F_R(i_1, i_2)}{(1 + \chi_1 + \chi_2)} \right],$$

$$\chi_1 = \frac{\omega}{h_1^2}, \quad \chi_2 = \frac{\omega}{h_2^2},$$

$$\overset{\circ}{y}_{R+1}(i_1, i_2) = \left[ \frac{\chi_1 \overset{\circ}{y}_{R+1}(i_1 + 1, i_2) + \chi_2 \overset{\circ}{y}_{R+1}(i_1, i_2 + 1) + \overset{\circ(1)}{y}_R(i_1, i_2)}{(1 + \chi_1 + \chi_2)} \right].$$

Эллиптикалық типтегі дербес туындылы дифференциалдық теңдеулерді сандық шешу эллиптикалық типтегі айырымдық теңдеулерді шешуге келтіріледі. Әдебиет көздеріне талдау жасай келе мынадай қорытынды жасауға болады: эллиптикалық теңдеулердің практикалық маңыздылығы бұл сала мамандары мен зерттеушілерінің қазығушылығын туғызуда, бұл мәселе әртүрлі

әдебиеттерде жан-жақты зерттеліп жатыр [5-7]. Мәселен, [5] жұмыста үш өлшемді жартылай кеңістіктегі Дирихле және Нейман шекаралық шарттары бар эллиптикалық теңдеулер үшін сыртқы шекаралық есептерді шешудің аналитикалық-сандық әдісі қарастырылады. [6] жұмыста Пуассон теңдеуі үшін нүктелік қайнар көзі әдісімен шекаралық есептерді сандық шешу мәселесі қарастырылған. Дегенмен, бұл саланың шешімін таппай келе жатқан мәселелері – осы саланың, қазіргі таңдағы, өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики: учеб. для вузов / В.С. Владимиров, В.В. Жаринов. - Изд. 2-е, стереотип. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 398 с.
6. Демидович Б.П. Дифференциальные уравнения: учеб. пособие для вузов / Б. П. Демидович, В. П. Моденов. - Изд. 3-е, стереотип. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2018. - 280 с.
7. Вабищевич П.Н. Вычислительные методы математической физики: стационарные задачи / П. Н. Вабищевич. - М. : Вузовская кн., 2008. - 196 с.
8. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений / А.А. Самарский, Е.С. Николаев. –М.: Наука, 1978. -592 с.
9. Канунникова Е.А. Аналитико-численный метод решения трехмерных внешних краевых задач для эллиптических уравнений // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки № 1(189) 2014. –С.35-37.
10. Князев С.Ю., Щербакова Е.Е. Численное решение краевых задач для уравнения Пуассона методом точечных источников поля // Вестник ДГТУ. 2014. Т.14, № 2 (77). –С. 15-20.

## МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА РАЗВИТИЕ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Мировым трендом в настоящее время является декарбонизация, солнечная энергетика и светодиодное освещение - от конструкции солнечных панелей, контроллеров управления, аккумуляторов энергии до инверторов и светодиодных светильников. Незаслуженно забыт выпущенный к ЕХРО 2017 в Астане отчет «Преимущества возобновляемых источников энергии: экономический потенциал» где впервые представлен общемировой анализ влияния использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) на экономику и взаимосвязь различных секторов экономики [1].

Приведенные данные одновременно поражают и настораживают. Исследование позволяет сделать вывод о том, что в сроки, отведённые для реализации Целей устойчивого развития, за счёт использования возобновляемой энергии могут быть достигнуты одновременно две цели: обеспечение экономического роста и выполнение обязательства по декарбонизации экономик во всём мире. Так если в 2017 вклад энергетического сектора в ВВП мира составил 6%, то расчетное влияние возобновляемой энергетике на ВВП к 2030 еще добавит от 0,2% до 4% [2].

Большая доля придется на солнечную энергетiku. Использование углеводородного сырья сократиться. Существующие исследования также показывают, что увеличение использования ВИЭ влияет на создание новых рабочих мест [3]. В зависимости от темпов корректировки политики в исследуемых странах, количество рабочих мест может повсеместно вырасти до более 2-х миллионов новых мест к 2030 году. Создание новых рабочих мест скорее всего позволит возместить сократившиеся рабочие места в таких секторах, как ископаемое топливо, поскольку секторы, вовлечённые в канал поставок ВИЭ, характеризуются большей сосредоточенностью и трудоёмкостью используемых технологий, чем традиционный энергетический сектор [4]. Так, например, фотоэлектрическая панель создаёт как минимум в два раза больше новых рабочих мест на единицу вырабатываемой энергии по сравнению с технологиями, использующими уголь и природный газ. В результате, замена технологий, в которых используется ископаемое топливо, на ВИЭ может привести к созданию большего числа новых рабочих мест [5].

Рассматривается три варианта развития энергетике. Базовый вариант: традиционная экономическая модель, которая отражает самые последние официальные государственные планы, отвечающие требованиям действующего законодательства. При отсутствии необходимых данных они берутся из Сценария новых стратегий на 2014 год, предложенного в «Перспективах развития мировой энергетике (ПРМЭ)» Международного энергетического агентства (МЭА) [6].

Второй вариант «Дорожная карта»: удвоение доли возобновляемых источников энергии в мировой структуре энергетики к 2030 году по сравнению с 2010 годом, и достижение 36% в общем объёме потребляемой энергии. Глобальное удвоение не подразумевает удвоение для всех стран. При отсутствии необходимых данных в дорожной карте, используются данные Сценария «450», позволяющего стабилизировать концентрацию парниковых газов на уровне 450 частей на млн, разработанного МЭА [7].

Третий вариант «Дорожная карта и электрификация»: удвоение доли возобновляемых источников энергии в мировой структуре энергетики к 2030 году при котором большее внимание уделяется электрификации систем отопления и транспорта, для энергоснабжения которых требуются большее количество «зелёной энергии». Так, например, электромобили имеют большую популярность, чем автомобили на биотопливе. Для покрытия дополнительного спроса на электроэнергию необходимо большее количество «зелёной энергии», которое будет обеспечено при удвоении доли возобновляемых источников энергии.

График ниже показывает, как три модуля – энергетика, экология (выбросы) и экономика взаимодействуют между собой (рисунок 1). Связи между компонентами показаны яркими стрелочками, которые указывают на то, какие величины передаются между компонентами. Пунктирные стрелочки оказывают взаимодействия, которые встроены в инструмент, но отключены для этого отчёта.

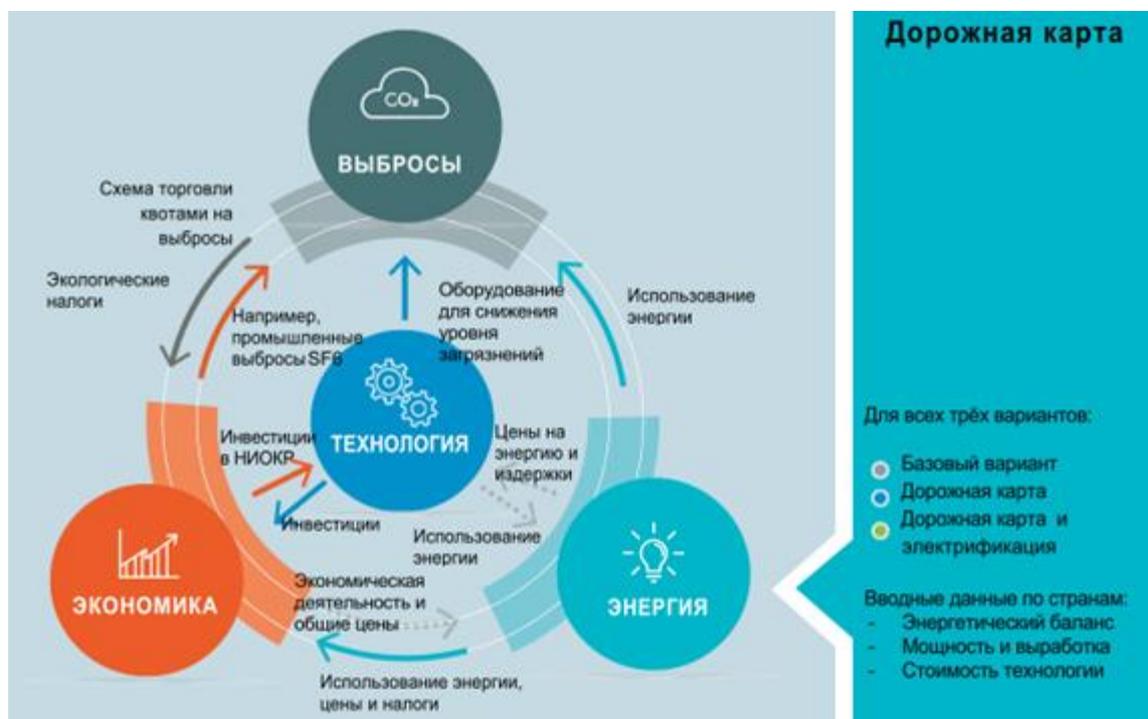


Рисунок 1. Взаимодействие модулей

Столкнувшись с двойным вызовом – медленным экономическим ростом и давящим на них обязательством декарбонизировать свои экономики – страны находятся в поиске решения того, как им улучшить свои экономические показатели, и при этом минимизировать дальнейшие выбросы парниковых газов. В контексте этой ситуации возобновляемая энергия может стать не только оптимальным решением, позволяющим удовлетворить растущий спрос на энергию, но и способствовать уменьшению выбросов CO<sub>2</sub>, а также служить потенциальным двигателем роста и диверсификации экономики. Это тесно переплетается с целями стратегии зелёного роста и снижения уровня выбросов углерода и является единственным способом удовлетворения потребностей растущего населения, обеспечивая при этом экономическое развитие, повышение благосостояния, уменьшение выбросов парниковых газов и повышение эффективность использования природных ресурсов. Технологический прогресс и растущая конкурентоспособность дают правительствам возможность оценить перспективы внедрения возобновляемой энергетики и взять курс на развитие энергетического сектора, снизив традиционное негативное влияние экономического роста на окружающую среду. Переход к энергетической системе, основанной на использовании ВИЭ, является уникальной возможностью для развития энергетики. Такой переход позволит сбалансировать спрос на достаточное количество энергии, обеспечит быстрый экономический рост и развитие и значительно сократит вредные выбросы CO<sub>2</sub>. Приходит всеобщее понимание необходимости реализации этой возможности, что подтверждается публичными обязательствами, которые взяли на себя страны-участники Конференции сторон Рамочной конвенции ООН в Париже (COP 21), а также целями в отношении ВЭ, которые в настоящее время поставлены 164 странами (IRENA, 2015b). В том числе и Казахстан.

Уменьшившийся глобальный спрос на ископаемые виды топлива негативно сказывается на ВВП стран-экспортёров и производителей этого топлива. Это в большей степени коснулось экспортёров нефти и газа, чем экспортёров угля. Потому что производство нефти и газа в странах богатых углеводородным сырьём, обычно составляет большую долю ВВП, чем в случае со странами, добывающими уголь. Ожидается, что в странах-производителях/экспортёрах, деятельность, связанная с добычей и поставками энергии из ископаемых видов топлива, сократится вместе с экспортом, что приведёт к снижению их ВВП. С другой стороны, импортёры ископаемого топлива, такие как Япония, скорее всего, почувствуют улучшение в своём торговом балансе. Цены на электричество меняются в ответ на изменение состава применяемых технологий выработки и полной приведённой стоимости в структуре энергетики. Ожидается, что к 2030 году стоимость некоторых технологий ВИЭ будет ниже стоимости выработки энергии традиционными способами, что приведёт к снижению цен на электричество вследствие роста использования ВИЭ. Снижение цен на электричество может снизить инфляцию, увеличить фактические доходы и бытовое потребление и

стимулировать экономическую активность в интенсивных секторах электроэнергетики.

В странах-экспортёрах энергии будет наблюдаться общее снижение экспорта угля, нефти и газа, так как спрос на это сырьё сократится в связи с использованием ВИЭ. Однако это не означает, что все экспортёры ископаемого топлива в равной степени испытают это влияние. Сокращение производства ископаемого топлива в первую очередь зависит от затрат на его добычу. Производство энергии из нетрадиционных источников вырастет к 2030 году относительно текущего уровня. Это произойдёт из-за роста общего спроса. Однако в вариантах, где доля ВИЭ удваивается, распространение нетрадиционных источников гораздо меньше, ввиду высокой стоимости добычи. Отсюда следует, что при реализации этих вариантов наибольший объём утечки прибыли произойдёт в сфере производства энергии из нетрадиционных источников. Поэтому, производство ископаемого топлива странами с низкими затратами на добычу значительно сократится. Для экспортёров топлива своевременное сокращение вклада ископаемого топлива в общем объёме ВВП, таким образом, значительно снизить риски, связанные с энергетическим переходом [8]. Даже для страны-экспортёра топлива, сокращение внутреннего потребления топлива может иметь преимущества, так как экономия топлива может быть добавлена к экспорту, обеспечивая некоторое смягчение потери доходов.

Что для этого нужно – строить заводы и развивать «зеленую» энергетику. Основное направление – это солнечная энергетика, она опережает развитие прочих видов возобновляемой энергии. На рисунке 2 представлены перспективы развития данной отрасли.

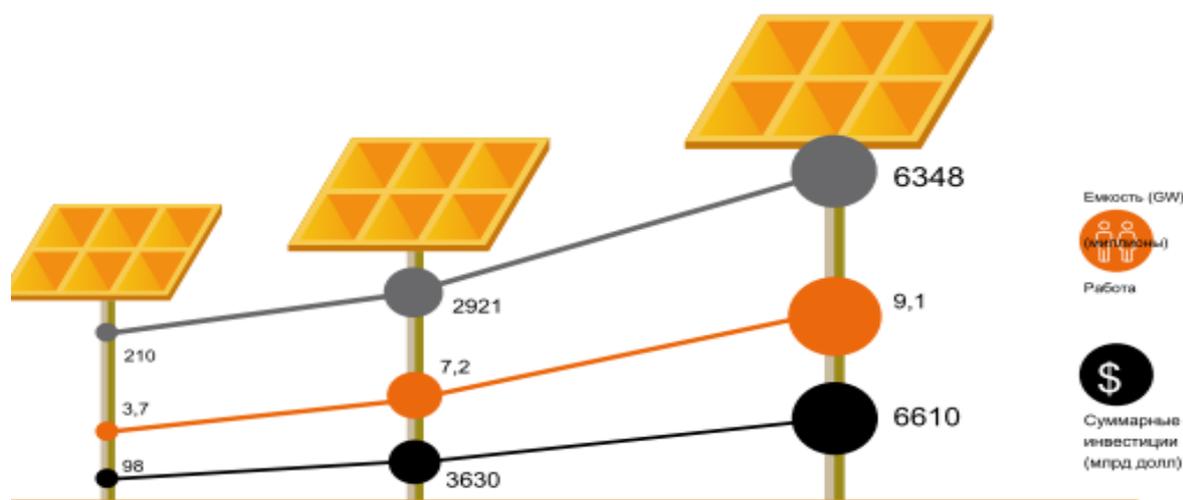


Рисунок 2. Предполагаемые совокупные мощности, инвестиции и занятость в сфере производства солнечных фотоэлементов в 2015, 2030 и 2050 годах

Ситуация в Казахстане на сегодняшний день в данном направлении следующая. К сожалению панели ТОО «Астана Солар» пока не прибыльны,

завод в Усть-Каменогорске стоит. Правда на базе Аксайского индустриального парка в 2018 году налажено производство солнечных батарей. Планируется выпускать до 30 тысяч панелей в год. Но правительственная поддержка может принять форму надёжных, определённых во времени целей возобновляемой энергетики, которые служат укреплению доверия со стороны инвесторов и определению траектории для развития сектора. Что не маловажно, цели должны подкрепляться специальной политикой и законодательной базой. Это обеспечит прогнозируемое регулярное поступление дохода для проектов, создаст стабильный инвестиционный климат и может помочь в преодолении не экономических барьеров. Вместе с правительственной инвестиционной поддержкой сектора, кредитная и финансовая политика может способствовать более широкому развитию благоприятной среды. Эффективная политика внедрения способствует глобальному росту ВИЭ.

Не смотря на то что сейчас солнечная энергия пока в нашей стране экономически не выгодна, из-за наших дешёвых киловатт-часов – заниматься ей жизненно необходимо. Если мы не будем превращать наши нефтедоллары в солнечную и вообще «зеленую» энергетику – нас ждет в лучшем случае не улучшение уровня жизни и дымная экология.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Преимущества возобновляемых источников энергии: экономический потенциал. Дубай ОАЭ, IRENA. – 2016.
2. IRENA\_Solar\_simulators\_2019.en.ru.PDF
3. Трансформации нашего мира: 2030 год - на повестке дня устойчивое развитие. Организация Объединённых Наций, Нью-Йорк, США. – 2015.
4. База данных: показатели мирового развития. Мировой Банк, Вашингтон, ОК, США. – 2015.
5. Wethe D. Сокращение рабочих мест мировом нефтяном секторе на 250000, Блумберг Бизнес. – 2015.
6. Перспективы развития мировой энергетики на 2014 год, Международное Энергетическое Агентство, Париж, Франция. – 2014.
7. World Energy Outlook 2015, International Energy Agency, Paris, France. – 2015.
8. Второй том дорожной карты REmap 2030: Дорожная карта для будущего, основанного на возобновляемой энергии. Международное агентство по возобновляемым источникам энергии, Абу-Даби, ОАЭ, IRENA. – 2016.

## АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ - BIM

В настоящее время говорят о модельном подходе к проектированию, то есть об информационном моделировании зданий (Building Information Modeling) - BIM, или иначе, о виртуальных зданиях.

В отличие от 3D САПР (CAD) модель BIM состоит из реальных архитектурных элементов (стены, перекрытия, крыши и т.д.), а технологический процесс создания документации автоматизирован.

В BIM поддерживается концепция единого файла: модель здания, все дополнительные представления содержатся в одном файле виртуального здания.

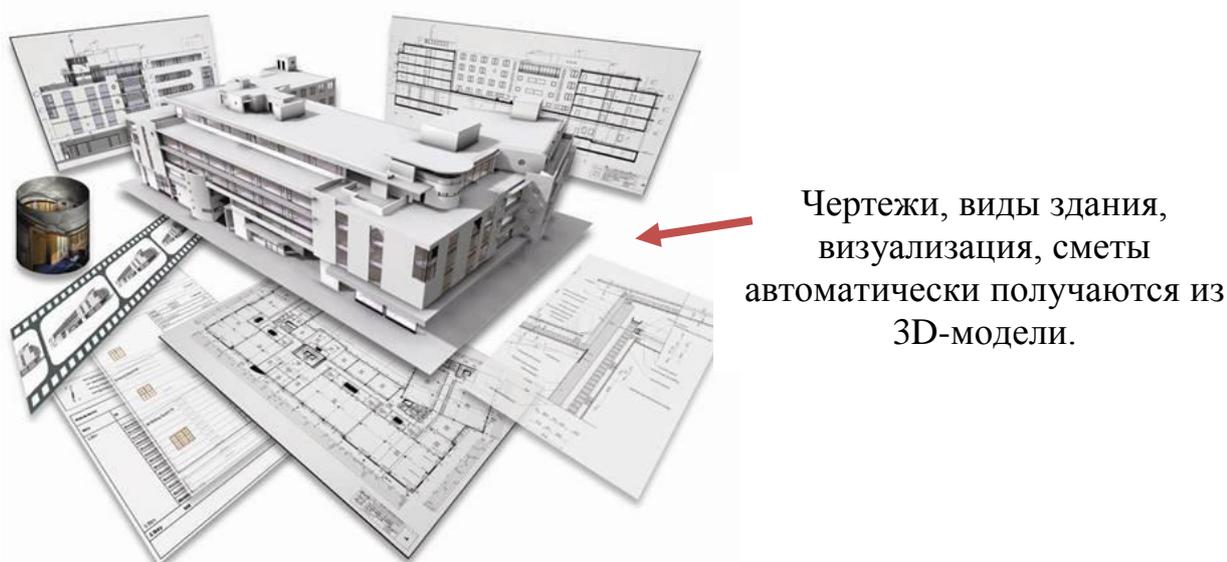


Рисунок 1 - Иллюстрация принципа BIM

Приложения BIM предоставляют интегрированные решения для архитекторов и проектировщиков. Разработанные специально для индустрии АПС (архитектура, проектирование, строительство), программы BIM предоставляют реальные строительные элементы, с которыми автоматически связываются конструктивные данные и которые обладают богатыми средствами визуализации. Последние версии приложений автоматизации АПС концентрируются на строительной индустрии.

Добавление к 3D-модели BIM временных и стоимостных характеристик (что делает их, так называемыми, 5D-моделями) позволяет компаниям оптимизировать их производственный процесс и минимизировать риск возможных строительных ошибок.

Основной принцип BIM – архитекторы, и не только, могут использовать 3D-модель здания для извлечения из него всех необходимых чертежей проекта,

изображения здания, результаты проведения расчетов, стоимостные оценки. Производимые в 3D-модели изменения отражаются во всех чертежах.

Работа с трехмерной моделью здания дает архитектору большую гибкость и преимущества, которые не доступны в традиционных 2D-проектах зданий.

Используемые выражения «виртуальное здание», «моделирование здания» и «информационное моделирование здания» являются взаимозаменяемыми.

Концепция BIM предоставляет множество конкретных преимуществ для архитекторов и проектировщиков по сравнению с традиционными методами САПР (CAD).

Преимущества BIM: элементы имеют архитектурный смысл; изменения в чертеже оказывают воздействие на все другие чертежи; богатые возможности визуализации контента (анимация, траектория солнца, построение реалистических изображений и т.д.); автоматическое проведение расчетов и построение каталогов; связь с другими программами, в частности с программами расчета потребления энергии, выявления конфликтных ситуаций.

Недостаток BIM: необходимость проведения сложных обучающих курсов для новичков, а также тех, кто знает только 2D-приложения; повышенные требования к процессу обучения;

BIM – это реальные архитектурные элементы:

- Представление чертежа: план этажа, разрезы и фасады; дополнительные контуры, штриховка и фон; чувствительность к масштабу;

- Представление модели: 3D-фигуры, ассоциируемые с чертежными элементами; цвет и текстура поверхностей;

- Неграфическая информация: описание покрытий; количественные и объемные характеристики; стоимостные характеристики;

- BIM - это документация, получаемая из модели: связь между моделью и чертежами; все чертежи порождаются из модели; модель сама согласует чертежи; автоматическое изменение масштаба;

- Весь жизненный цикл проекта может управляться из единственного файла;

BIM – позволяет производить расчеты: приписывание элементам модели неграфических данных (количественные характеристики, покрытия, описания, стоимостные значения) позволяет выполнять расчеты относительно модели.

Принципы работы BIM:

- Для моделирования используются реальные архитектурные элементы;

- Изменения в модели оказывают воздействие на все чертежи (и наоборот);

- Автоматизированный технологический процесс создания документации;

- Архитектурный контент (библиотеки);

- Приписываемая элементам информация о здании;

- Дополнительная информация (визуализация, анимация, проведение расчетов, построение каталогов);

В итоге приобретены навыки работы в ArchiCAD, воплощающем описанную концепцию BIM.

## МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В настоящее время увеличилась скорость застройки городов, что оказывает значительное влияние на градостроительную деятельность, повышая ее роль. В пространственном развитии очень часто происходит неэффективное использование пространства. В связи с этим возникает необходимость более четко продумывать каждый элемент в планировочной структуре города. Трехмерные модели позволяют эффективно решать задачи, связанные с принятием градостроительных проектов и документации, охраной и реконструкции объектов культурного наследия и кадастра. Такая модель будет объективно и наглядно отражать существующую градостроительную структуру. Так же эта технология является многоцелевой и может быть применена в различных сферах управления городскими территориями (рис 1.) [1].



Рисунок 1 Области применения 3D модели в городской среде

Трехмерная модель представляет поверхность, сформированную с учетом рельефа территории. Исходными данными для создания таких моделей местности являются детальные планы городов и топографические карты, данные, полученные при помощи современных технологий ГИС [2].

Трехмерное компьютерное представление местности застройки значительно повышает возможности визуального анализа при изучении и управлении городской территорией, оно позволяет:

- выполнить фотореалистичное отображение исследуемой территории и виртуальное перемещение по и над моделью местности;
- оценить возможности существующей и варианты проектируемой городской застройки и городского ландшафта;

- провести анализ проектных решений, в том числе на соответствие генеральному плану развития города;
- компилировать необходимые тематические слои с внедренными 3D объектами;
- развивать методы подготовки перспективных трехмерных топологических ГИС-данных и моделей и совмещения их с данными САПР.

Создание модели городской среды может производиться вручную, автоматически или полуавтоматически (рис.2).



Рисунок 2 Основные стратегии создания 3D-моделей городских объектов

Описанные методики создания 3D-моделей городских объектов на рис.2 сравнительно имеют некоторые преимущества и недостатки, которые представлены ниже в табл. 1.

Таблица 1 Преимущества и недостатки основных стратегий создания 3D-моделей городских объектов

Преимущества	Недостатки
<b>Ручное создание моделей в программах трехмерного моделирования</b>	
Возможность создания моделей с очень высокой геометрической детализацией.	Очень высокая трудоемкость.
Для каждого типа строений создается только одна модель.	Потенциально низкая метрическая точность.
Текстуры не содержат изображений посторонних объектов, спроецированных на стены зданий.	Минусы в типизация строений: обобщение и упрощение модели города.

Трехмерные здания являются отдельными объектами, с которыми может быть ассоциирована любая атрибутивная информация.	Недостаточная фотореалистичность.
<b>Полностью автоматическая генерация 3D моделей</b>	
Высокая скорость создания моделей городов.	Недостаточная геометрическая точность модели.
Высокая фотореалистичность.	Невозможность отделить объекты строений от поверхности рельефа или друг от друга.
Низкая стоимость создания модели за счет исключения ручного труда операторов.	Низкое качество текстур.
<b>Полуавтоматическое создание 3D моделей</b>	
Высокая производительность.	По сравнению с полностью автоматической генерацией моделей в данном методе присутствует ручной труд операторов.
Высокая геометрическая точность.	Низкое качество текстур.
Здания являются отдельными объектами, которым могут быть назначены любые атрибуты: адрес, год постройки, тип здания, материал стен.	
Высокая фотореалистичность.	

Так, для методики и стратегии ручного создания моделей в программах трехмерного моделирования 3D-модели зданий создаются преимущественно силами пользователей в разработанной для этой цели программе – Google SketchUp. В основном эти модели включают лишь несколько кварталов города, из-за огромной трудоемкости процесса. В методике полной автоматической генерации 3D-моделей использует алгоритмы восстановления геометрической формы объектов по их стереоизображениям. Методика полуавтоматического создания 3D-моделей исключает слабые стороны полностью автоматического процесса генерации моделей городов и позволяет создавать модели зданий быстро и качественно.

В последнее время все большее применение в процессах проектирования архитектурных и строительных объектов, а также при создании 3D-модели цифровых карт набирает популярность метод аэрофотосъемки. Этот метод основывается на получении фото с высоты, в том числе и с помощью беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Сегодня на рынке присутствует довольно большое количество продуктов (PhotoScan (Agisoft) рис.3 [4],

Pix4Dmapper (Pix4D), ContexCapture (Bentley Systems) для создания 3D-модели по фотографиям.



3D-модель  
(Obj)



Ортофотоплан  
(Tiff)



Облако точек  
(XYZ)

Рисунок 3 Примеры результатов обработки фотограмметрической обработки снимков в Photoscan

Фотограмметрические системы, основанные на методах обработки изображений, имеют значительный потенциал с точки зрения применения для целей множественного измерения трехмерных координат поверхности объекта вследствие большого объема информации об объекте, содержащегося в изображениях и возможности применения интеллектуальных методов обработки изображений, позволяющих автоматически детектировать заданные структуры и с высокой точностью определить координаты их характерных точек.

Технологии, использующие программы автоматической фотограмметрической обработки, позволяют получать цифровые ортофотопланы, модели местности, рельефа, 3D-модели. На открытых участках местности точность полученных данных по технологии автоматической фотограмметрической обработки сопоставима с лазерным сканированием [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бударова В.А., Ершов Д.Д., Богданова А.С. Перспектива применения 3D-моделирования в градостроительстве и кадастре. ИнтерэкспоГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр., 17–21 апреля 2017г., Новосибирск: Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке»: сб. материалов в 2 т. Т. 1. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. –168 с.
2. Попов В. Н., Чекалин С. И. Геодезия : учебник для вузов. – М. : Горная книга, 2007. – 518 с.
3. PHOTOMOD (User's Guide): Version 5.3. (2014). [DVD recording]. Moscow: Perspective [in Russian].
4. <http://1sky.kz/produkty/19-agisoft-photoscan>

УДК 004.42

Карымсакова И.Б. (16-ДИС-3), Бекенова Д.Б. (ВКГТУ им. Д.Серикбаева),  
Университет «Туран-Астана»

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НА ИМПЛАНТЫ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРО-ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Разработка имплантов является трудоемким процессом, который требует выполнения условия соответствия покрытия импланта для его совместимости с человеческим организмом. Для точности нанесения покрытия использование роботов является оптимальным решением.

Объектом исследования являются импланты, которые используются для замены полностью или частично поврежденных органов человека. Проблема противодействия отторжению и способствования приживаемости импланта на современном уровне развития решается при помощи покрытия имплантов биосовместимым материалом[1-5].

Создание 3D модели импланта и построение системы напыления

Для создания 3D модели кости человека будем использовать 3D сканер SCAN 3D UNIVERSE, который восстанавливает соответствующие размеры, в последующем по этим размерам в программе Geomagic Design X разрабатывается 3d модель импланта[6].

В MS SQL Server 2012 была разработана база данных для учета существующих и возможных имплантов различных производителей, классификации имплантов по типу применения и материала изготовления, классификации имплантов по геометро-топологическим размерам составляющих, классификации программного обеспечения при построении 3d моделей имплантов для станков с ЧПУ, учета физических размеров имплантов, обновления, записи элементов, добавления новых полей, файлового обмена данных с Matlab.

Для моделирования траекторий с базы данных имплантов в MS SQL Server передаются координаты, время и скорость движения в Matlab, где затем по ним строится полином Эрмита четвертого порядка. Для построения программного движения манипуляционного робота Fanuc LR Mate 200 id, полученная 3D модель импланта загружается в виртуальный симулятор Roboguide V6.40.

Для проведения эксперимента напыления был отобран имплант тазобедренного сустава (рис.1).

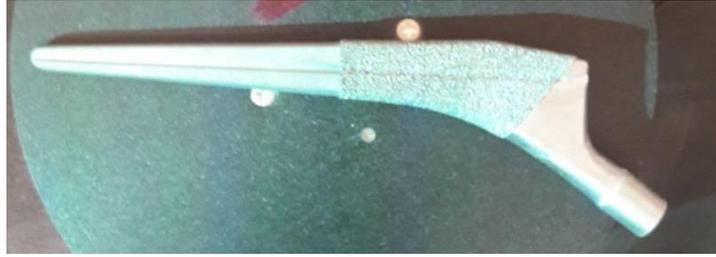


Рисунок- 1. Имплант тазобедренного сустава

Имплант закрепляется в захвате манипуляционного робота, который должен перемещать и вращать имплант для оптимального напыления на поверхность. Для качественного нанесения покрытия необходимо выполнение следующих условий:

- 1) плазмотрон напыляет ламинарной плазменной струей порошок металла, находится на расстоянии около 150 мм от объекта под углом 90°.
- 2) диаметр напыления должен составлять – 10-25 мм (отметим, что чем пористее будет поверхность, тем, по заключениям специалистов, лучше имплант приживается в организме человека), толщина покрытия 0,05...1,0 мм.
- 3) допустимые потери порошка металла при напылении должны составлять 10-15%.
- 4) используемый материал – титан VT6 [11,12].

#### **Построение системы движения манипуляционного робота**

Для составления математической модели движения будем использовать следующие предположения. Пусть на этапе планирования траектории движения получена некоторая конечная последовательность точек – значений обобщенных координат. Требуется по этой последовательности построить непрерывную по времени зависимость, которая в дискретные моменты времени совпадает с заданными значениями. Другими словами – необходимо построить интерполяционный полином, который в определенные известные моменты времени будет совпадать со значениями в узлах. Для решения проблемы эффективного нанесения биосовместимого покрытия необходимо потребовать, чтобы первая производная данного интерполяционного полинома в узлах сетки совпадала с заданными значениями. С технической точки зрения это означает, что требуется прохождение через заданные узлы и с заданной скоростью в этих узлах.

#### **Математическая модель движения манипуляционного робота**

Для составления математической модели движения необходимо определить начальные условия.

1. Снимаются координаты положения робота по заданной траектории движения:

$$\begin{pmatrix} (JT_1 & \dots & JT_6)_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ (JT_1 & \dots & JT_6)_n \end{pmatrix}$$

где  $JT_n$ -координаты точек робота.

2. Задаются скорости движения робота

$$\begin{pmatrix} (V_1 & \dots & V_6)_1 \\ \dots & \dots & \dots \\ (V_1 & \dots & V_6)_n \end{pmatrix}$$

где  $V_n$ -скорость движения робота.

Затем с помощью этих координат и значений скорости строится полином Эрмита, по которому определяется траектория движения робота.

Рассмотрим применение метода сплайнов для решения нашей задачи. Пусть  $t_1, t_2, \dots, t_n$ - заданные интервалы времени (узлы), а  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ - значение интерполируемой функции в этих узлах, т.е.  $\theta(t_i) = \theta_i, i = \overline{1, n}$ ,  $\theta$ -одна из обобщенных координат.

На рис.2 изображена временная ось и кубический полином

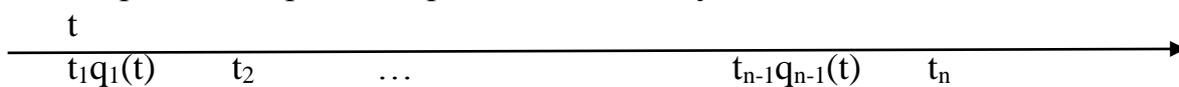


Рисунок 2- Кубический полином на временной оси

$$q_i(t), i = \overline{1, n-1}.$$

Тогда

$$Q(q, t) \triangleq q_i(t) = \sum_{l=0}^3 a_i^{(l)} (t_{i+1} - t)^l, \quad (1)$$

т.е. полином  $Q$  на каждом из интервалов  $[t_i, t_{i+1}]$  равен  $q_i(t)$ .

Полиномы  $q_i(t)$  непрерывны на  $[t_i, t_{i+1}]$  вместе со своими первой и второй производными, т.е.  $q_i(t) \in C^2[t_i, t_{i+1}]$ .

Для однозначного определения кубического сплайна достаточно задать условия в узлах типа

$$\begin{aligned} q_i(t_i) &= \theta_i; q_i(t_{i+1}) = \theta_{i+1}; \\ \dot{q}_i(t_i) &= v_i; \dot{q}_i(t_{i+1}) = v_{i+1}, i = \overline{1, n-1} \end{aligned} \quad (2)$$

Сплайны, удовлетворяющие условиям (2), называются эрмитовыми.

Необходимо построить функцию четвертого порядка, непрерывную на интервале  $[t_1, t_n]$  вместе со своими первой и второй производными, проходящую через заданные узлы с заданной скоростью, т.е. удовлетворяющую условиям:

$$q_i(t_{i+1}) = \theta_{i+1}, \quad (3)$$

$$\dot{q}_i(t_{i+1}) = v_{i+1}, \quad (4)$$

$$q_i(t_{i+1}) = q_{i+1}(t_{i+1}), \quad (5)$$

$$\dot{q}_i(t_{i+1}) = \dot{q}_{i+1}(t_{i+1}), \quad (6)$$

$$\ddot{q}_i(t_{i+1}) = \ddot{q}_{i+1}(t_{i+1}). \quad (7)$$

Добавим условия на концах интервала  $t_1$  и  $t_n$  :

$$q_1(t_1) = \theta_1, q_{n-1}(t_n) = \theta_n. \quad (8)$$

Сплайн будем искать в виде полинома [6,7,8].

$$Q(q, t_i) \triangleq q_i(t) = \sum_{l=0}^4 a_i^{(l)} (t_{i+1} - t)^l, i = \overline{1, n-1} \quad (9)$$

В предыдущих работах был построен полином Эрмита третьего порядка. Теперь смоделируем решение этой задачи с полиномом Эрмита четвертого порядка в среде Matlab. В среде Matlab существуют встроенные функции для

построения полиномов, в том числе полинома Эрмита, также функции для нахождения коэффициентов полинома[10]. Смоделируем построение траектории движения по предложенной схеме. Построим функцию, которая находит pp-представление для полинома Эрмита четвертого порядка в Matlab(рис.3).

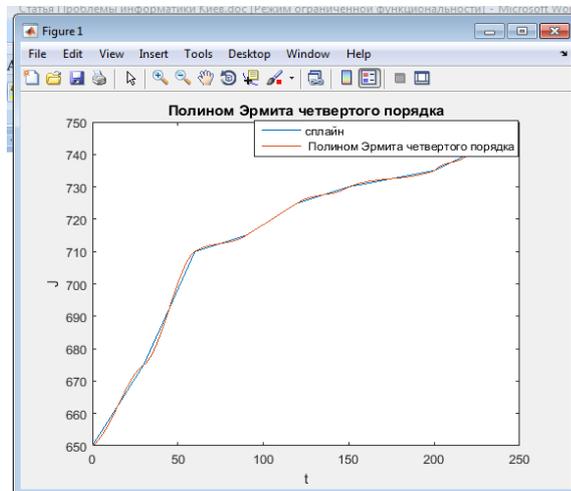


Рисунок 3- Интерполирование при помощи полинома Эрмита четвертого порядка с явным заданием производных

Как следует из рис. 3, при использовании Эрмитова полинома требование гладкости функции выполняется, соответственно выполняется условие прохождения по заданной траектории с заданными скоростями.

#### **Реализация движений на виртуальном симуляторе Roboguide V6.40**

В виртуальном симуляторе Roboguide V6.40 задаются цели, строится группа целей и по ним генерируется программа для движения манипуляционного робота по заданным координатам и скоростям. Скриншот работы программы на симуляторе приведен на рис.4.

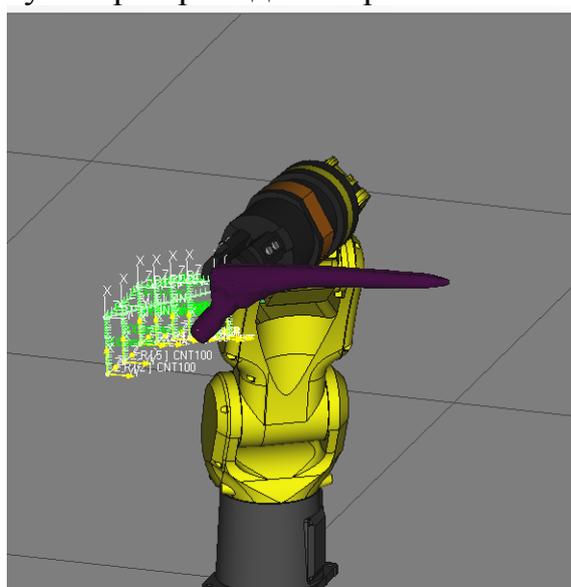


Рисунок 4- Генерирование TP программы в виртуальном симуляторе Roboguide V6.40.

## Заключение

На примере импланта тазобедренного сустава была построена симуляция движения робота при помощи виртуального симулятора Roboguide V6.40, для построения интерполяционного полинома с заданными координатами и скоростями был использован полином Эрмита четвертого порядка. Тестовые примеры показали реализуемость и эффективность предложенного подхода.

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1] <http://irobs.ru/robotyi-dlya-napyileniya1>
- [2] <http://studall.org/all-109356.html>
- [3] <http://metcompozit.ru/tech.html>
- [4] Alontseva D., Krasavin A., Kolesnikova T., Russakova, A. Modeling of Processes Taking Place during Powder Coating Treatment by an Electron Beam or a Plasma Jet// ActaPhysicaPolonica A Vol. 125, No. 6, 2014. - P. 1275-1279
- [5] Достанко А.П., Грушецкий С.В., Киселевский Л.И., Пикуль М.И., Ширипов В.Я. Плазменная металлизация в вакууме. — М.: Наука и техника, 1983
- [6] <http://on-v.com.ua/novosti/tehnologii-i-nauka/universalnyj-3d-skaner-scan3d-universe/>
- [7] Кириченко Н.Ф., Сорока Р.А., Крак Ю.В. «Манипуляционные роботы. Алгоритмическое и программное обеспечение средств управления движением», Учебное пособие, Киев КГУ, 1987
- [8] Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. М., Наука, 1978
- [9] Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. Методы сплайн-функций. М., Наука, 1980
- [10] Н.Ю.Золотых. Matlab в научных исследованиях. Нижегородск, 2004
- [11] Карымсакова И.Б., Денисова Н.Ф., Крак Ю.В. Усовершенствование методов построения систем создания имплантов с использованием современных производственных решений // Международная научная конференция «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта (ISDMCI'2017)». 22–26 мая 2017. Материалы международной научной конференции. – Зализный порт. Украина. Херсон: Издательство ПП Вишемирський В.С., 2017. – С. 69-70.
- [12] Karymsakova I.B., Krak Iu.V., Denissova N.F. Criteria for implants classification for coating implants using plasma spraying by robotic complex // Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. – 2017. – Volume 5, Issue 3. – P.44-52.

## РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ВОЗДЕЙСТВИЯ БАКТЕРИОСТАТИЧЕСКОГО АНТИБИОТИКА

Над разработкой математических моделей биологических систем работают многие ученые, институты и лаборатории во всем мире. Считается, что популяция бактерий не однородна и различается отношением к действию антибиотика: одни бактерии чувствительны к нему, а другие отличаются устойчивостью. Рассматривается случай бактерицидного и бактериостатического антибиотика. В настоящее время этим вопросам посвящены монографии [1-2] и множество работ [1-5]), что обусловлено высокой актуальностью этого направления.

С целью уточнения математических моделей ставятся различные обратные задачи для нахождения параметров модели, не поддающихся прямому экспериментальному определению. Описываются алгоритмы решения обратных задач. Осуществляется решение модельных обратных для отработки численных алгоритмов.

Математическая модель процесса лечения зараженного организма описывает изменение со временем численности бактерий основной популяции, чувствительной к действию антибиотиков, а также бактерий-мутантов, устойчивых к действию антибиотиков. Процесс лечения бактерицидным антибиотиком описывается следующей системой нелинейных дифференциальных уравнений.

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = [a_1 - b_1(x_1 + x_2)]x_1 + a_{12}x_2 - c(t)(x_1)^\theta \\ \dot{x}_2 = [a_2 - b_2(x_1 + x_2)]x_2 + a_{21}x_1 \end{cases} \quad (1)$$

В модели приняты следующие обозначения:  $x_1$  – численность бактерий основной популяции ( $s$ -популяции);  $x_2$  – начальная численность бактерий-мутантов, ( $r$ -популяции);  $t$ – время;  $a_1$  – прирост численности бактерий основной популяции;  $a_2$  – прирост численности бактерий основной популяции;  $a_{12}$  – прирост численности бактерий первого типа за счет мутаций из второго типа бактерий;  $a_{21}$  – прирост численности бактерий первого типа за счет мутаций из второго типа бактерий;  $b_1$  – чувствительность основной популяции к ограниченности жизненного пространства;  $b_2$  – чувствительность мутантов к ограниченности жизненного пространства;  $c$ – коэффициент смертности бактерий под влиянием бактерицидного антибиотика;  $\theta$ – показатель смертности бактерий под влиянием антибиотика.

Система дифференциальных уравнений (1) рассматривается совместно с начальными условиями

$$x_1(0) = x_{10}, x_2(0) = x_{20}, \quad (2)$$

где  $x_{10}$  – начальная численность бактерий основной популяции,  $x_{20}$  – начальная численность бактерий-мутантов.

Входящая в систему (1) функция  $c$  вычисляется по формуле

$$c(t) = \begin{cases} c_*, & t \in [t_1, t_2] \\ 0, & t \notin [t_1, t_2] \end{cases}, \quad (3)$$

где положительный коэффициент  $c_*$  определяется концентрацией антибиотика, а  $[t_1, t_2]$  – интервал времени, в течение которого осуществляется лечение.

Опишем ограничения, налагаемые на характеристики процесса. Прежде всего, коэффициенты уравнений удовлетворяют неравенствам:  $a_1 > 0, a_2 > 0, b_1 > 0, b_2 > 0$ . Положительность данных коэффициентов говорит о том, что, во-первых, в естественных условиях рождаемость бактерий преобладают над смертностью, и, во-вторых, что бактерии зависят от состояния среды их обитания. Кроме того, эти параметры связаны соотношением:  $\frac{a_1}{b_1} > \frac{a_2}{b_2}$ . Данное

неравенство говорит о том, что в естественных условиях, т.е. в отсутствии антибиотика основной тип бактерий является более жизнеспособным, чем мутанты. Имеется также неравенство  $\theta > 2$ . Оно говорит о том, что влияние антибиотика сильнее по сравнению с естественным приростом численности бактерий (линейные члены, соответствующие модели Мальтуса) и по сравнению со сдерживающими факторами, обусловленными ограниченностью окружающей среды. Неравенство  $0 \leq x_{20} \leq x_{10}$  означает, что доля мутантов в момент начала исследования достаточно мала. Границы интервала времени лечения подчиняются естественным условиям  $0 < t_1 < t_2$ .

Уравнение (1) рассматривается на интервале времени от нуля до некоторого конечного момента времени  $T$ . Однако возможно естественное завершение процесса в случае выздоровления организма. Организм считается вылеченным, если в некоторый момент времени  $\tau$  выполнено следующее неравенство:  $x_1(\tau) + x_2(\tau) \leq x_*$ , где  $x_*$  есть предельно допустимое содержание бактерий в организме. При этом естественно выполнение условия  $x_{10} + x_{20} > x_*$ , т.е. организм считается зараженным, если начальная численность бактерий в организме превышает минимально допустимое значение.

Постановка обратной задачи на стадии заражения. На стадии заражения рассматривается система, описываемая уравнениями

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = a_1 x_1 - b_1 (x_1 + x_2) x_1 \\ \dot{x}_2 = a_2 x_2 - b_2 (x_1 + x_2) x_2 + a_{21} x_1 \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{с начальными условиями: } x_1(0) = x_{10}, \quad x_2(0) = 0 \quad (5)$$

Нам известны начальная численность  $x_{10}$ , коэффициенты  $a_1, b_1$  и экспериментальные данные

$$x_1(t_m) = y_{1m}, \quad x_2(t_m) = y_{2m}, \quad m = 1, \dots, M. \quad (6)$$

Требуется определить коэффициенты  $a_2, b_2, a_{21}$ .

Построим целевую функцию

$$I(a_2, b_2, a_{21}) = \sum_{m=1}^M [x_1(t_m) - y_{1m}]^2 + \sum_{m=1}^M [x_2(t_m) - y_{2m}]^2.$$

Обратная задача сводится к минимизации функции  $I$  трех переменных. Решение задачи будем осуществлять методом Нелдера-Мида [5]. При этом задача (4), (5) будет решаться по схеме Рунге-Кутты с двойным точностью.

Алгоритм Нелдера-Мида. Метод Нелдера-Мида, также известный как метод деформируемого многогранника, является методом безусловной оптимизации функции нескольких переменных, не использующий производной функции, а поэтому легко применим к негладким функциям

Суть метода заключается в последовательном перемещении и деформировании симплекса вокруг точки экстремума. Под симплексом понимается выпуклый многогранник с числом вершин  $n+1$ , где  $n$  – количество параметров модели.

Будем рассматривать  $k$ -ю итерацию алгоритма. Путь  $\bar{x}_i^k = [x_{i1}^k, x_{i2}^k, \dots, x_{in}^k]^T, i = 1, \dots, (n+1)$  является  $i$ -й вершиной в  $E^n$  на  $k$ -м этапе поиска,  $k = 0, 1, 2, \dots$ , и пусть значения целевой функции в этой вершине  $f(\bar{x}_i^k)$ . Отметим вершины с минимальным и максимальным значениями. И обозначим их следующим образом:

$$f(\bar{x}_h^k) = \max \{f(\bar{x}_1^k), \dots, f(\bar{x}_{n+1}^k)\}, \quad f(\bar{x}_l^k) = \min \{f(\bar{x}_1^k), \dots, f(\bar{x}_{n+1}^k)\}$$

Многогранник в  $E^n$  состоит из  $n+1$  вершин  $\bar{x}_1^k, \bar{x}_2^k, \dots, \bar{x}_{n+1}^k$ . Обозначим через  $\bar{x}_{n+2}^k$  – центр тяжести вершин без точки  $\bar{x}_h^k$  с максимальным значением функции. Координаты этого центра вычисляются по формуле:

$$x_{n+2,j}^k = \frac{1}{n} \left[ \sum_{i=1}^{n+1} x_{i,j}^k - x_{h,j}^k \right], \quad j = 1, \dots, n$$

Начальный многогранник обычно выбирается в виде регулярного симплекса (с вершиной в начале координат). Можно начало координат поместить в центр тяжести. Процедура отыскания вершин в  $E^n$ , в которых  $f(\bar{x})$

имеет лучшее значение, состоит из следующих операций: 1) отражения; 2) растяжения; 3) сжатия; 4) редукции.

1. Отражение. Отражение представляет собой проектирование точки  $\bar{x}_h^k$  через центр тяжести  $\bar{x}_{n+2}^k$  в соответствии со следующим соотношением:

$$\bar{x}_{n+3}^k = \bar{x}_{n+2}^k + \alpha \cdot (\bar{x}_{n+2}^k - \bar{x}_h^k),$$

где  $\alpha > 0$  – коэффициент отражения.

Вычисляем значение функции в найденной точке  $f(\bar{x}_{n+3}^k)$ . Если значение функции в данной точке  $f(\bar{x}_{n+3}^k) \geq f(\bar{x}_h^k)$ , то переходим к четвертому пункту алгоритма – операции редукции.

Если  $f(\bar{x}_{n+3}^k) < f(\bar{x}_h^k) \wedge f(\bar{x}_{n+3}^k) < f(\bar{x}_l^k)$ , то выполняем операцию растяжения. В противном случае, если  $f(\bar{x}_{n+3}^k) < f(\bar{x}_h^k) \wedge f(\bar{x}_{n+3}^k) \geq f(\bar{x}_l^k)$ , то выполняется операция сжатия.

2. Растяжение. Эта операция заключается в следующем. Если  $f(\bar{x}_{n+3}^k) < f(\bar{x}_l^k)$  (меньше минимального значения на  $k$ -м этапе), то вектор  $(\bar{x}_{n+3}^k - \bar{x}_{n+2}^k)$  растягивается в соответствии с соотношением

$$\bar{x}_{n+4}^k = \bar{x}_{n+2}^k + \gamma \cdot (\bar{x}_{n+3}^k - \bar{x}_{n+2}^k),$$

где  $\gamma > 0$  – коэффициент растяжения.

Если  $f(\bar{x}_{n+4}^k) < f(\bar{x}_l^k)$  то  $\bar{x}_l^k$  заменяется на  $\bar{x}_{n+4}^k$  и процедура продолжается с операции отражения при  $k = k + 1$ . В противном случае  $\bar{x}_l^k$  заменяется на  $\bar{x}_{n+3}^k$  и также переходим к операции отражения.

3. Сжатие. Если  $f(\bar{x}_{n+3}^k) > f(\bar{x}_i^k)$  для  $\forall i, i \neq h$ , то вектор  $(\bar{x}_h^k - \bar{x}_{n+2}^k)$  сжимается в соответствии с формулой

$$\bar{x}_{n+5}^k = \bar{x}_{n+2}^k + \beta \cdot (\bar{x}_h^k - \bar{x}_{n+2}^k),$$

где  $0 < \beta < 1$  – коэффициент сжатия. После этого, точка  $\bar{x}_h^k$  заменяется на  $\bar{x}_{n+5}^k$ , и переходим к операции отражения с  $k = k + 1$ . Заново ищется  $\bar{x}_h^{k+1}$ .

4. Редукция. Если  $f(\bar{x}_{n+3}^k) \geq f(\bar{x}_h^k)$ , то все векторы  $(\bar{x}_i^k - \bar{x}_l^k)$  где  $i = 1, \dots, (n+1)$  уменьшаются в два раза с отсчетом от точки  $\bar{x}_l^k$  по формуле

$$\bar{x}_i^k = \bar{x}_l^k + 0.5 \cdot (\bar{x}_i^k - \bar{x}_l^k), \quad 1, \dots, (n+1),$$

и осуществляется переход к операции отражения. В качестве критерия останова могут быть взяты те же правила, что и в остальных алгоритмах.

Для остановки алгоритма используется следующее соотношение

$$\left\{ \frac{1}{n+1} \sum_{i=1}^{n+1} [f(x_i^k) - f(x_{n+2}^k)]^2 \right\}^{1/2} < \varepsilon.$$

Выбор коэффициентов  $\alpha, \beta, \gamma$  обычно осуществляется эмпирически. После того, как многогранник подходящим образом промасштабирован, его размеры должны поддерживаться неизменными пока изменения в топологии задачи не потребуют многогранника другой формы [5].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Базыкин А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. – М.; Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2003. – 367 с. – ISBN 5-93972-244-X.
- 2 Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П. Динамические системы и модели биологии. – М.: Физматлит, 2010. – 400 с. – ISBN 978-5-9221-1192-8.
- 3 Серовайский С.Я., Нурсеитов Д.Б., Касенов С.Е., Ильин А.И., Исламов Р.А., Касымбекова С. Идентификация математической модели лечения антибиотиками зараженного организма // Тезисы докладов 22-ой международной конференции "Математика. Компьютер. Образование". Москва, Пущино, 26–31 января 2015 г.
- 4 Касенов С.Е., Нурсеитов Д.Б., Серовайский С.Я., Ильин А.И., Исламов Р.А., Математическое моделирование популяции бактерий под действием различных антибиотиков и учетом мутаций // Международная Конференция «Discovery and Development of New Antimicrobial Drugs Combating Emerging Infectious Diseases», посвященная 10-летию Научного центра противоиных препаратов. Тезисы докладов. – Алматы, 2014. – Р. 49–51.
- 5 Аттетков А.В., Галкин С.В., Зарубин В.С.. Методы оптимизации: Учеб. для вузов. 2-е изд. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 440 с.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ

С развитием информационных технологий и инженерных систем жизнеобеспечения концепция «Интеллектуального здания» приобретает реальные черты и становится самостоятельным направлением. Современное здание представляет собой сложную систему инженерных систем (отопление, кондиционирование, сигнализация, электричество, бесперебойное электропитание, информационные технологии и др.). В связи с этим актуальными являются задачи создания максимального комфорта, безопасности и удобства пребывания людей в помещении. Эффективным способом решения данных задач в настоящее время является проектирование и внедрение интеллектуальных систем управления жизнеобеспечением, которые дополнительно осуществляют учет и сбережение всех ресурсов.

Интеллектуальное здание (умный дом) – жилой дом или сооружение современного типа, организованный для проживания, работы людей с широким использованием высоко технологичных программно-аппаратных средств автоматизации. Под «Интеллектуальным зданием» следует понимать систему, которая обеспечивает комфорт и безопасность, и ресурсосбережение для всех пользователей. В простейшем случае в интеллектуальном здании должны распознаваться конкретные ситуации, происходящие в нем, и соответствующим образом на них реагировать: одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам [1].

Согласно требованиям стандартов здание должно быть спроектировано так, чтобы все его подсистемы управления могли интегрироваться друг с другом с минимальными затратами, а их обслуживание было бы эффективно с точки зрения организации управления. Проектирование подобных систем должно предполагать возможность масштабирования и видоизменения подсистем, установленных в интеллектуальном здании в большом количестве.

Единая информационно-управляющая инфраструктура автоматизированной системы управления зданием (АСУЗ) представлена на рисунке 1. Основной особенностью интеллектуального здания является объединение отдельных подсистем в единый управляемый комплекс, в который входят система отопления, вентиляции и кондиционирования, охранно-пожарная сигнализация, система контроля доступа в помещения, система контроля протечек воды, утечек газа, система видеонаблюдения, сети связи (в том числе телефон и локальная сеть здания), система освещения, система электропитания здания, телеметрия – удалённое слежение за системами и удалённое управление электроприборами, приводами механизмов и всеми системами автоматизации [2].

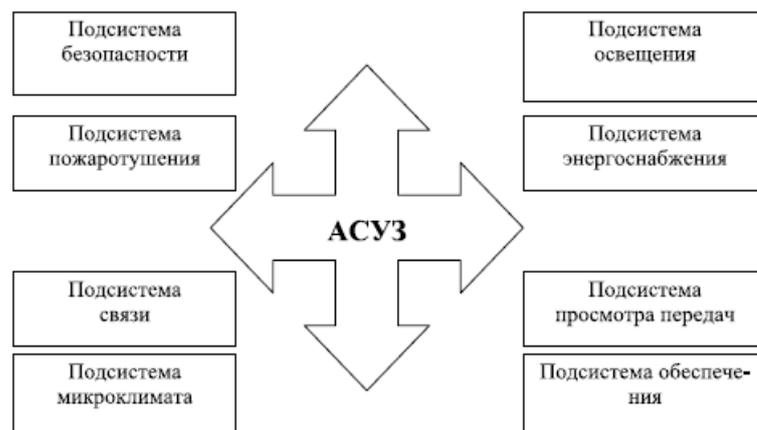


Рисунок 1. Единая информационно-управляющая инфраструктура комплекса интеллектуального здания

Очень важно, чтобы алгоритмы взаимодействия подсистем были гибкими. Самая главная аксиома «умного дома» состоит в том, что система управления и её инженерные решения подсистемы должны быть построены по блочному принципу.

На сегодняшний день разработка системы управления умным домом является одним из приоритетных направлений развития автоматизированных систем. В современной системе умного дома, имеющей открытую архитектуру, каждая из систем работает в оптимальном режиме за счет взаимообмена данными с другими системами здания, что в итоге позволяет максимизировать эффективность работы всей системы в целом. Существуют следующие методы управления умным домом это автоматическое управление умным домом на основе датчиков, управление умным домом с помощью пульта дистанционного управления и панели управления, и удаленного управления (рисунок 2).

Система управление домом на основе датчиков и микроконтроллеров используется для управления таких систем, как: системы климат контроля, системы безопасности, системы контроля освещения, системы контроля доступа и т.д. В системе содержится следующие типы датчики: датчик присутствия, датчик дыма, датчик движения, датчик температуры, датчик освещения, датчик протечки воды и т.д.

Пульт дистанционного управления используется для передачи основных команд, таких как включения и выключения света или изменение его яркости. Существуют различные методы передачи сигналов пульта дистанционного управления: инфракрасное, радио и Bluetooth. В настоящее время самым распространенным пультом дистанционного управления является универсальный пульт, предназначенный для управления несколькими бытовыми устройствами. Трансивер предназначен только для передачи сигналов от пульта другим устройствам по электропроводке. С его помощью все команды, которые мы подаем с пульта, передаются соответствующим устройствам, находящимся в любом месте дома. Бывают также трансиверы, которые могут сами управлять

электрическими приборами. В этом случае трансивер не только передает сигналы от пульта, но и исполняет те команды, которые ему посылаем [3].

Система удаленного управления домом – управление домом с компьютера или мобильного телефона. Для управления домом с помощью компьютера необходимо наличие сервера системы «умный дом». С одной стороны сервер встраивается в локальную сеть (это и витая пара и точки доступа WiFi) дома, с другой подключается к информационной системе управления. Далее сервер превращается в простого посредника: он перенаправит команды, пришедшие по локальной сети от нас к управляющим устройствам дома. И наоборот он собирает информацию от систем дома и посылает ее нам по локальной сети.

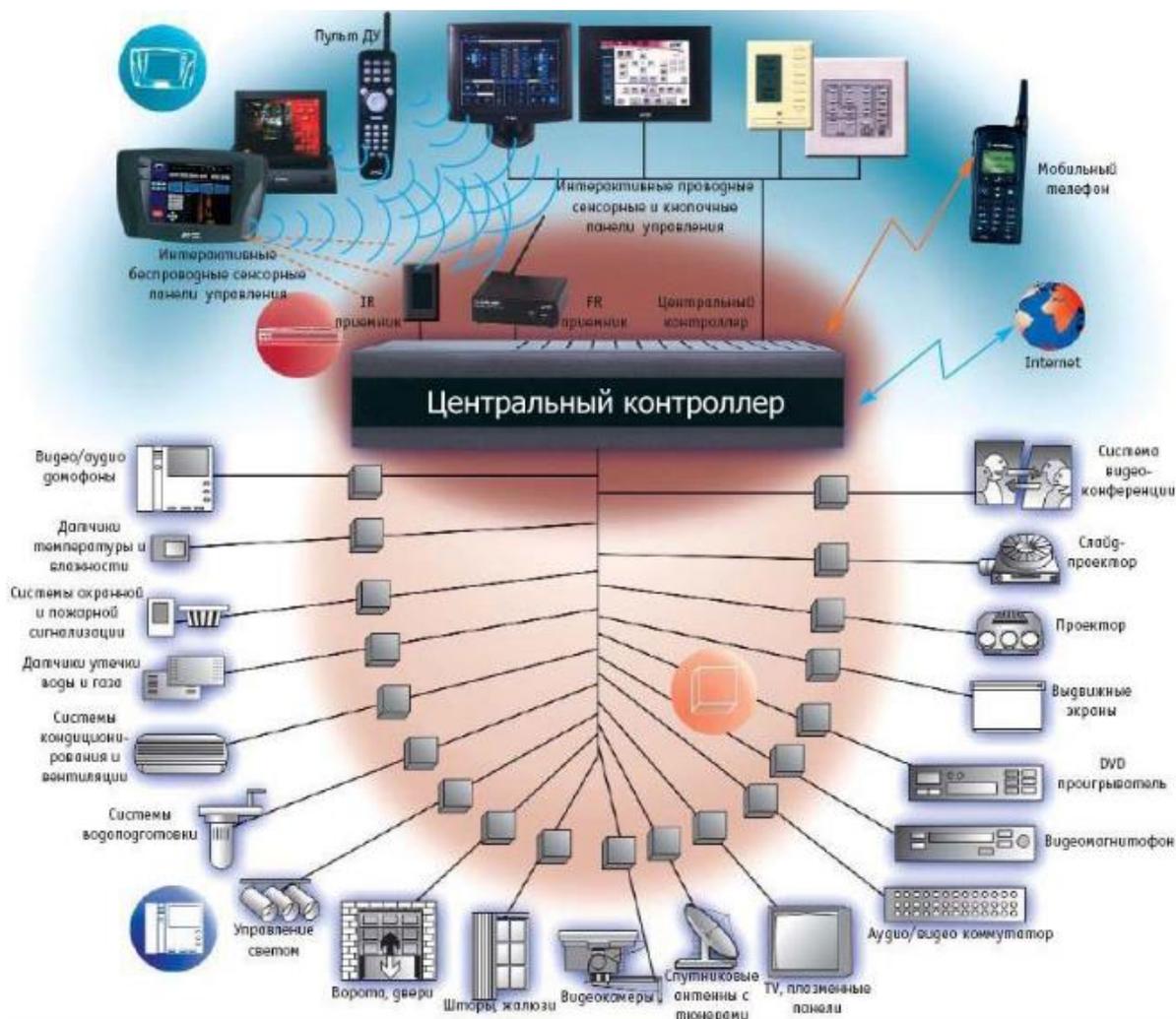


Рисунок 2. Управление интеллектуальным зданием

Настройка системы «Умный дом» и управление совокупностью технических устройств, обеспечивающих ее функционирование должны осуществлять посредством распространенных сегодня стандартных стационарных и мобильных устройств с дружественным интерфейсом. Необходимо, чтобы пользователь в любое удобное для себя время имел возможность получить информацию о состоянии тех или иных систем его дома

независимо от расстояния до него, и при необходимости мог дать указание на включение, выключение или настройку данных систем как по отдельности, так и в целом. И все это в первую очередь должно обеспечиваться современными интерфейсными системами.

Таким образом, создание систем «умного дома» в совокупности с использованием современных средств обеспечения интерфейса между ними и пользователем следует считать одним из важных и актуальных направлений развития современных информационных технологий и автоматизации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев М.М. Интеллектуальное здание. Понятия и принципы // Строительная инженерия. –2005 –№3. –10 с.
2. Аверьянов В.К., Чистович С.А., Темпель Ю.Я. и др. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления, Санкт-Петербург: Стройиздат. – 1987– 248 с
3. Максименко В.А. «Интеллектуальное здание»: автоматизированная система диспетчерского управления: СтройПРО-Филь. –2005 –№3. –20 с.

## РАЗРАБОТКА НОВЫХ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ДЛЯ ПРИБОРОВ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА

Одним из современных спектроскопических методов исследования вещества с целью определения его элементного состава является метод рентгенофлюоресцентного анализа. Метод рентгенофлюоресцентного анализа основан на сборе и последующем анализе спектра, полученного путём воздействия на исследуемый материал рентгеновским излучением. Данный метод анализа реализуется в рентгенофлюоресцентном спектрометре, который включает в себя следующие основные блоки: модуль генерации рентгеновского излучения с высоковольтным генератором, для регистрации флуоресцентного излучения химических элементов, чаще всего, используется полупроводниковый детектор высокого разрешения, для обработки полученного спектра используют программно-методическое обеспечение.

Для разработки приборов - флуоресцентных спектрометров, которые определяют элементный состав вещества, необходимо решать задачу разделения наблюдаемых пиков рентгеновского излучения, определяемых детектором. Отклик детектора пропорционален энергии зарегистрированного  $\gamma$ -кванта, а энергия  $\gamma$ -кванта, в свою очередь, пропорциональна зарядовому числу определяемого элемента. Результатом измерений является спектр с максимумами характеристического излучения – пиками, местоположение которых зависит от наличия в образце тех или иных химических элементов, а число импульсов в области расположения пика - от концентрации атомов соответствующих элементов образце. Задача обработки спектра осложняется взаимным наложением пиков, соответствующих различным спектральным линиям.

Для программ автоматической обработки спектров исходными данными являются: измеренный спектр  $y(x)$  в цифровой форме ( $x$ - номер канала,  $y(x)$ - число отсчетов в канале, интенсивность); параметр  $ib$ , определяющий характерную ширину пиков, подлежащий обнаружению, - параметр ширины; параметр  $I$  чувствительности поиска пиков и некоторые вспомогательные величины (номера каналов, ограничивающих обрабатываемый участок спектра, номер этого спектра и т.д.).

Результаты автоматической идентификации пиков в спектрах зависят от порога чувствительности поиска и пользователя, ведущего обработку, очень часто не удовлетворяют: по сравнению с желаемым программа недодает пики или обнаруживает их в избытке. Это связано с тем, что задача автоматического поиска пиков аналогична задаче распознавания образов, а это достаточно сложная проблема при обработке спектрограмм. Причем трудности возникают не только при получении, но и при интерпретации уже полученных результатов.

Число пересекающихся пиков, образующих мультиплет (ряд близко расположенных друг к другу спектральных линий), и начальные значения параметров этих пиков для подгонки задают для автоматизированных программ «вручную» при разметке, т.е. во время просмотра спектра оператором, ведущим его обработку. Однако экспериментальный спектр искажен статистическими флуктуациями, а математическая модель пика и математическая модель фона известны только приближенно, поэтому в таких условиях одинаково эффективная аппроксимация экспериментальных данных пиками и фоном может быть осуществлена большим числом способов. Результат расшифровки анализируемого участка спектра, таким образом, неоднозначен и зависит от того, сколько пиков, по мнению оператора, содержит мультиплет и какой, по его мнению, порядок полинома, аппроксимирующего фона под этими пиками.

Одной из современных разработок в области определения совмещенных пиков на спектрограммах является программа NETZSCH Peak Separation, разработанная Баварской фирмой NETZSCH, которая позволяет работать с различными типами данных. Она представляет экспериментальные данные как сумму нескольких пиков. Пример работы программы показан на рисунке 1.

Параметры для каждого пика находятся из условия наилучшего совпадения модели с экспериментальными данными. Вычисление проводится комбинированным методом Гаусса-Ньютона, где метод Marquardt скомбинирован с оптимизацией длины шага итерации.

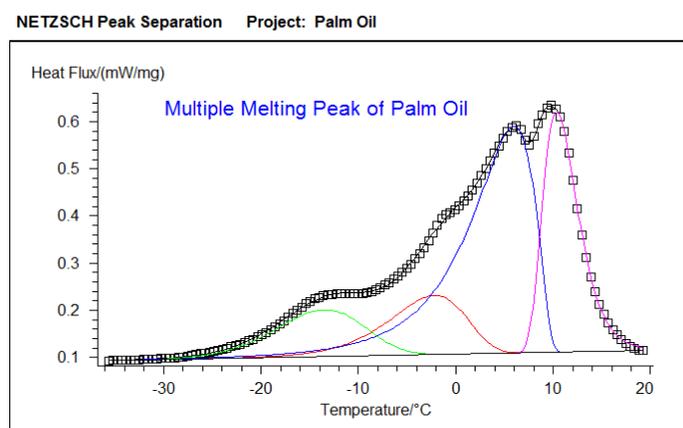


Рисунок 1 – Пример разделения пиков программой NETZSCH Peak Separation

Еще одной из программ, используемых с данной областью, является программа Origin, включающая в себя два инструмента: Pick Peaks - поиск пиков, Baseline – поиск пиков при наличии фона. При поиске пиков используется метод подвижного прямоугольника. Программа позволяет найти пики на изображении при отсутствии заметного фона, когда пики не перекрываются или перекрываются с сохранением провалов между ними.

Целью нового алгоритма определения пиков в спектрограммах приборов рентгенофлюоресцентного анализа является повышение точности определения пиков элементов на спектрограммах за счет обработки спектра для устранения

эффекта уширения пиков и слияния (декомпозиция сигнала). Для этого нужно разработать математическую модель и алгоритм разделения пиков на спектрограммах (декомпозиции сигнала), которые можно будет использовать для разработки программного обеспечения обработки спектров рентгеновского излучения рентгенофлуоресцентных спектрометров марки СРВ, которые производит ТОО «Техноаналит», г. Усть-Каменогорск.

Математически проблему декомпозиции сигнала можно рассматривать как частный случай следующей задачи: пусть на некотором интервале задана функция  $fData(x)$ , являющейся линейной суперпозицией нескольких функций вида  $A \cdot Smpx - t$

$$fData x = \sum_{i=1}^N A_i \cdot Smpx - t_i \quad (1)$$

Физический смысл задачи разделения пиков предполагает финитность и неотрицательность функции  $Smpx$ , описывающей форму пика характеристического излучения, и неотрицательность коэффициентов  $A_i$  - амплитуд пиков. Кроме того, спектр рентгеновского излучения является функцией дискретного аргумента, и содержит «шум», неизбежно возникающий в процессе любых физических измерений.

Определим число  $nRep$  ( количество реперных векторов ) и найдем  $nRep$  так называемых реперных векторов (определение см. ниже) по следующему методу:

1) Зададим число  $d_{min}$  характеризующее разрешающую способность алгоритма. Если входной сигнал состоит из двух пиков с координатами  $t_1$  и  $t_2$  и выполняется  $|t_1 - t_2| > d_{min}$ , то алгоритм сумеет найти эти два пика, а в случае  $|t_1 - t_2| \leq d_{min}$  алгоритм воспримет такой сигнал как один пик.

2) Найдем интервал расположения реперных функций  $[RInt_l, RInt_r]$  пользуясь формулами  $RInt_l = x_1 - x_l$  и  $RInt_r = x_N - x_r$ .

3) Найдем  $nRep$  как наименьшее целое число, при котором для величины  $h_{rep} = \frac{RInt_r - RInt_l}{nRep - 1}$  выполняется неравенство  $h_{rep} \leq d_{min}$ .

4) Найдем  $nRep$  координат реперов (массив  $RepCoordsArr$ ) по формулам  $RepCoordsArr[i] = RInt_l + i * h_{rep}$ . Предполагается, что индексация массива начинается с нуля  $i = 0 \dots (nRep - 1)$ . Будем обозначать  $i$ -ый элемент массива символом  $xrep_i$ .

5) Вычислим компоненты  $nRep$  векторов пространства  $R^N$   $\overrightarrow{vRep}^0, \overrightarrow{vRep}^1, \dots, \overrightarrow{vRep}^{nRep-1}$  по формуле (2)

$$vRep_k^j = fPeak(x_k - xrep_j), \quad (2)$$

где  $vRep_k^j$  есть  $k$ -ая компонента вектора  $\overrightarrow{vRep}^j$ .

Таким образом, для любого индекса  $i$  в диапазоне от 0 до  $nRep - 1$ , вектор  $\overrightarrow{vRep}^i$  соответствует функции  $fPeak(x - xrep_i)$ .

Найдем наилучшую аппроксимацию вектора  $\overrightarrow{vData}$  линейной комбинацией векторов  $\overrightarrow{vRep}^0, \overrightarrow{vRep}^1, \dots, \overrightarrow{vRep}^{nRep-1}$  с положительными коэффициентами, решив следующую задачу: найти минимум функции  $FErr\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{nRep}$  (функции погрешности аппроксимации, называемой также квадратичным отклонением)  $nRep$  переменных  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{nRep}$  (амплитуд), определяемой равенством (3):

$$FErr\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{nRep} = \overrightarrow{vData} - \sum_{i=1}^{nRep} \alpha_i \cdot \overrightarrow{vRep}^{i-1} \quad (3)$$

в области, определяемой  $nRep$  неравенствами вида  $\alpha_k \geq 0$ , где индекс  $k$  пробегает значения от 1 до  $nRep$ . Для решения этой задачи мы использовали алгоритм, основанный на методе градиентного спуска, описание которого мы не приводим ввиду ограниченности объема статьи.

Пусть точка минимума имеет координаты  $min\alpha_1, \dots, min\alpha_{nRep}$ . Вычислим минимальную достижимую ошибку аппроксимации  $\delta_{min} = FErr(min\alpha_1, min\alpha_2, \dots, min\alpha_{nRep})$ , и рабочую погрешность аппроксимации  $\delta = Cf * \delta_{min}$ , где  $Cf > 1$  - некоторый подбираемый эмпирически коэффициент (в программе реализующей алгоритм для модельных задач  $Cf = 2.5$ ) и решим следующую задачу: найдем максимум функции  $nRep$  переменных  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{nRep}$   $S\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{nRep} = \sum_{i=1}^{nRep} \alpha_i^2$  при условиях (4) и (5):

$$\forall k \in 1..nRep \alpha_k \geq 0 \quad (4)$$

$$FErr\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{nRep} = \delta \quad (5)$$

Будем рассматривать массив чисел  $\alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_{nRep}^*$  как массив значений некоторой функции  $fDs(x)$  в точках  $xrep_0, xrep_1, \dots, xrep_{nRep-1}$ , т.е.  $fDs xrep_i = \alpha_i^*$ . Сущность алгоритма заключается в том факте, что при указанных выше ограничениях на функцию  $fPeak(x)$  (финитность и неотрицательность) и достаточно большом значении коэффициента  $Cf$ , функция  $fDs(x)$  обладает замечательным свойством, позволяющим использовать ее для нахождения числа и координат пиков, а именно: график функции  $fDs(x)$  имеет четко выраженные узкие пики в точках, соответствующих положению пиков во входном сигнале.

В разработанной нами программе для IBM PC, написанной на языке программирования C++, реализующей описываемый алгоритм разделения пиков, был применен метод поиска экстремума выпуклой функции на выпуклом множестве.

В реализации алгоритма мы применили достаточно примитивный, но простой и легко реализуемый метод, пошагово описанный ниже:

- 1) В массиве  $\alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_{nRep}^*$  находится максимум –  $\alpha_{max}^*$
- 2) Вычисляется значение “отсечки”  $CutVal = cut\_coeff \cdot \alpha_{max}^*$ ,
- 3) Находится массив структур типа  $sIndexInterval$ , представляющих собой границы интервала индексов (на языке C++ описываются как

*struct sIndexInterval*{ *int begin; int end*}) такой, что если мы возьмем пару индексов *begin* и *end*, соответствующую какому-нибудь элементу массива, то для любого индекса *i* принадлежащего интервалу [*begin, end*], где (*begin* ≤ *i* ≤ *end*), будет выполняться условие  $\alpha_i^* \geq CutVal$ . Говоря наглядно, мы отыскиваем “островки” отсекаемые линией уровня  $y = CutVal$  от графика функции *Ds(i)*, заданной в точках. Число островков равно числу обнаруженных пиков *nPeak*.

4) Для каждого найденного интервала индексов [*begin, end*] вычисляется соответствующая ему координата пика

$$X_{peak} = \frac{\sum_{i=begin}^{end} \alpha_i^* \cdot xrep_i}{\sum_{i=begin}^{end} \alpha_i^*}$$

5) Вычисляется «центр тяжести» функции *Ds(i)* на интервале [*begin, end*]. Результаты записываются в массив *PeakCoordsArr*, элементы которого мы будем обозначать *xpeak<sub>1</sub>, xpeak<sub>2</sub>, ..., xpeak<sub>nPeak</sub>*

6) По найденным координатам пиков *xpeak<sub>1</sub>, xpeak<sub>2</sub>, ..., xpeak<sub>nPeak</sub>* строится массив реперных векторов  $\overrightarrow{vNewRep^0}, \overrightarrow{vNewRep^1}, \dots, \overrightarrow{vNewRep^{nPeak}}$ ,

Таким образом, мы определяем координаты *xpeak<sub>1</sub>, xpeak<sub>2</sub>, ..., xpeak<sub>nPeak</sub>* и амплитуды *Amp<sub>1</sub>, Amp<sub>2</sub>, ..., Amp<sub>nPeak</sub>* *nPeak* пиков, при которых аппроксимация входного сигнала  $\overrightarrow{vData}$ , линейной суперпозицией  $\overrightarrow{vApprox} = \sum_{i=1}^{nRep} Amp_i \cdot \overrightarrow{vNewRep}^{i-1}$  имеет погрешность аппроксимации  $\delta_{approx} = AprxErrAmp_1, Amp_2, \dots, Amp_{nRep}$ , удовлетворяющую неравенству  $\delta_{approx} < Cf * \delta_{min}$ , причем построение аппроксимации сигнала  $\overrightarrow{vData}$  с помощью суперпозиции *nPeak\** пиков с погрешностью  $\delta \leq \delta_{approx}$  невозможно, если *nPeak\** > *nPeak*.

Выводы. Разработана математическая модель и алгоритм декомпозиции сигнала в спектрограммах рентгенофлуоресцентных спектрометров для точного определения элементного состава анализируемого вещества при наличии в нем различных элементов, спектры которых имеют налагающиеся пики. Алгоритм, основанный на градиентных методах решения задач выпуклого программирования, описан и реализован в виде программы на С++ для IBM PC.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.А. Веригин Энергодисперсионный рентгеноспектральный анализ. Применение в промышленности. Томск: Изд-во ТомГУ, 2005 г.
2. Clauss Righter, Horst Hollatz, Diethart Pallaschke Numerical methods of nonlinear programming and their implementations. Akademie Verlag, 2016.
3. Stephen Boyd, Liven Vandenberghe Convex optimization. Cambridge University Press, New York, USA, 2014.

## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЕТА ОБУЧЕННОСТИ СОТРУДНИКОВ ПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИИ, ЗАНЯТЫХ НА ПРОИЗВОДСТВАХ ТОО «КАЗЦИНК»

На данный момент во многих крупных организациях ведутся различные меры по повышению уровня знаний и навыков специализации работающих сотрудников. Для этого организуют:

- Различные курсы;
- Специальные уроки по определенной теме;
- Конференции;
- Мастер классы;
- Семинары;
- Дистанционные уроки;
- Самостоятельное обучение;
- Анкетирование и другие мероприятия.

В основном каждое крупное предприятие ведет обязательный курс по технике безопасности. Данный элемент очень важен, так как основа любого предприятия – это работники.

Обученность – система знаний, умений и навыков, соответствующая ожидаемому результату обучения. Сочетание опыта и результата обучения позволяет развивать квалификацию сотрудника и его уровень возможностей.

Чем больше уровень квалификации, тем больше качество сотрудников и дальнейшее развитие предприятия. А фактор безопасности в предприятии напрямую влияет на репутацию предприятия и его сохранность.

В связи с этим любое предприятие ведет контроль над соблюдением уровня знаний по технике безопасности.

Учет позволяет качественно систематизировать имеющиеся данные о сотруднике и регистрировать его на будущие мероприятия по улучшению качества обучения.

В этом случае наиболее важную роль играет сам сотрудник, выбирая время и соответствующее место для прохождения курса.

Реализацией данной цели могут быть различные приложения, интернет ресурсы и так далее.

В данном случае реализацией послужит приложение для учета обученности сотрудника.

Данная программа позволяет регистрировать сотрудника для обучения через сотрудника, который будет, вносить эти записи.

Форма для ввода данных показана на рисунке 1, а выходная таблица – на рисунке 2.

Достоинствами данной программы является удобный интерфейс, качественная запись сотрудника на обучение, уменьшение времени на сохранение информации о сотруднике и возможность исправления данных о сотруднике.

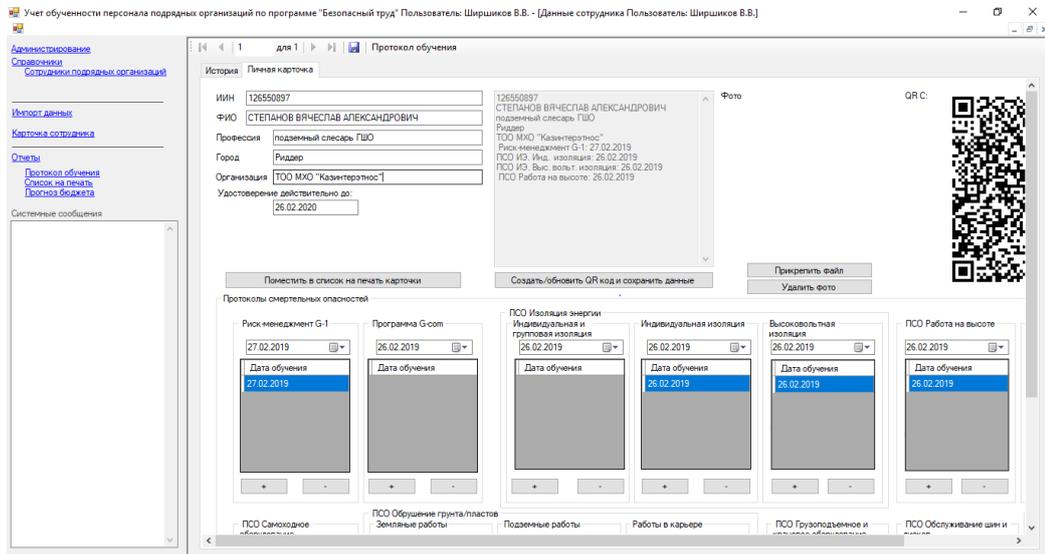


Рисунок 1 – Программа для учета обученности сотрудников

ИИН	ФИО работника	Должность/профессия	Наименование подрядной организации	Город	Риск-менеджмент G-1	Программа G-som	ПСО "Новая энергия"											
126550897	СТЕПАНОВ ВЯЧЕСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ	подземный слесарь ГШО	ТОО МХО "Казинтерэлтос"	Риддер	27.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019	26.02.2019

Рисунок 2 – Вывод результатов

Также была разработана модель парной линейной регрессии для изучения зависимости затрат на обучение работников от времени. По данным о затратах на обучение за три года были найдены коэффициенты модели, модельные значения и сделан прогноз на следующий год. Также для проверки адекватности полученной модели был найден коэффициент корреляции и значение критерия Стьюдента. Далее было сделано сравнение критерия Стьюдента с табличным значением и сделан вывод о качестве модели.

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В РАСЧЕТАХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Под переходными процессами в электрических цепях понимают процессы перехода от одного установившегося режима к другому установившемуся режиму, отличающемуся структурой цепи или параметрами элементов. Переходные режимы работы электрических цепей обусловлены включением и отключением фрагментов цепей, изменением амплитуды, фазы, частоты, формы кривой ЭДС источников, параметров элементов или конфигурации цепей, т.е. коммутациями в цепях. Изменение режимов работы цепей начинается в момент коммутации. При расчётах цепей в переходных режимах считают, что коммутации происходят мгновенно. Однако переход от одних режимов работы цепей к другим мгновенно осуществляться не может. Это связано с невозможностью мгновенного изменения энергии электромагнитного поля цепей.

При переходных процессах могут возникать большие перенапряжения, сверхтоки, электромагнитные колебания, которые могут нарушить устройства вплоть до аварийного выхода из строя. С другой стороны, переходные процессы находят широкое практическое применение, например, в различных устройствах силовой электроники, где важно задать закономерности изменения импульсов по амплитуде и частоте при прохождении их через различные функциональные блоки.

Расчёт переходных процессов состоит в решении дифференциальных уравнений, составленных для схемы замещения исследуемой цепи по законам Кирхгофа.

В зависимости от способа решения этих уравнений различают классический, операторный, спектральный, численный методы расчёта переходных процессов и др.

В данной работе рассматривается классический метод расчёта переходных процессов в электрической цепи, который предполагает непосредственное решение системы неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами, составленных по схеме цепи, и нахождение постоянных интегрирования по начальным условиям. Под начальными условиями понимают значения токов ветвей и напряжений на элементах цепи в момент коммутации.

В работе рассмотрена трехфазная электрическая цепь приведенная на рис.1.

Для данной цепи необходимо решить следующую задачу: определить переходные токи и напряжение на ёмкости при обрыве провода фазы  $B$  цепи при следующих исходных данных :  $R_a = 10 \text{ Ом}$ ,  $R_b = 20 \text{ Ом}$ ,  $R_c = 20 \text{ Ом}$ ,

$$C = 100 \text{ мкФ}, L = 0,2 \text{ Гн}, e_A = 220\sqrt{2} \sin(314 t + 30^\circ) \text{ В}.$$

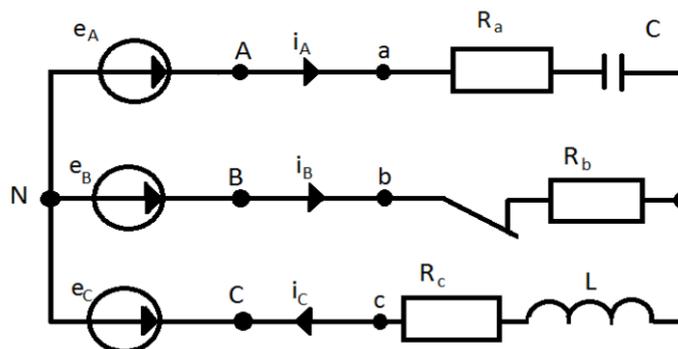


Рис.1

Для данной цепи составляем дифференциальное уравнение по второму закону Кирхгофа. Начало переходного процесса предполагается с момента коммутации в цепи (обрыв линии фазы *B*) и уравнение составляется для схемы после коммутации

$$C \frac{du_c}{dt} \cdot R_a + u_c + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + C \frac{du_c}{dt} \cdot R_c = e_A - e_c \Rightarrow$$

$$LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + C \frac{du_c}{dt} \cdot (R_a + R_c) + u_c = e_A - e_c.$$

Выполним простейшее преобразование уравнения

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_a + R_c}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = \frac{e_A - e_c}{LC}.$$

Полученное дифференциальное уравнение является неоднородным и, в соответствии с теорией дифференциальных уравнений, его решение будем искать как сумму его частного решения и общего решения однородного дифференциального уравнения

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_a + R_c}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0.$$

Частное решение неоднородного дифференциального уравнения равно установившемуся значению определяемой величины ( $u_{C,y}$ ). Общее решение однородного дифференциального уравнения называют свободной составляющей искомой величины ( $u_{C,св}$ ).

Таким образом,

$$u_C = u_{C,y} + u_{C,св}.$$

Аналогично,

$$i_A = i_C = i_{A,y} + i_{A,св}.$$

Вначале определим установившееся значение напряжения на ёмкости  $u_{C,y}$

Так как в установившемся режиме напряжения на элементах и токи цепи синусоидальны, то расчёт установившихся значений  $i_{A,y}$  и  $u_{C,y}$  выполним комплексным методом

$$I_{A.0} = I_{C.0} = \frac{E_A + E_C}{Z_{\text{ц}}},$$

где  $Z_{\text{ц}}$  – комплексное сопротивление цепи :

$$\begin{aligned} Z_{\text{ц}} &= R_a + R_c + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \Rightarrow \\ Z_{\text{ц}} &= 30 + j\left(314 \cdot 0,2 - \frac{1}{314 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}\right) = 30 + j(62,8 - 31,85) = \\ &= 30 + 30,95j = 43,1 \cdot e^{j45,89^\circ} \text{ Ом.} \end{aligned}$$

Вычислим значение правой части неоднородного уравнения и значения установившихся токов  $i_{A.y}$  и  $i_{C.y}$

$$e_A - e_C = 220e^{j30^\circ} - 220e^{j150^\circ} = 220(\cos 30^\circ + j\sin 30^\circ - \cos 150^\circ - j\sin 150^\circ) = 220(0,866 + 0,5j + 0,866 - 0,5j) = 381,05 \text{ В,}$$

$$I_{A.y} = I_{C.y} = \frac{381,05}{43,1e^{j45,89^\circ}} = 8,84e^{-j45,89^\circ} \text{ А.}$$

Тогда установившиеся токи в точках  $A$  и  $C$  будут равны

$$i_{A.y} = i_{C.y} = 8,84\sqrt{2} \sin(314t - 45,89^\circ) \text{ А,}$$

а комплексное напряжение на ёмкости  $C$

$$U_{C.y} = I_{C.y} \cdot \left(-j \cdot \frac{1}{\omega C}\right) = 8,84e^{-j45,89^\circ} (-j31,85) = 281,6e^{-j135,89^\circ} \text{ В}$$

и установившееся напряжение на ней

$$u_{C.y} = 281,6\sqrt{2} \sin(314t - 135,89^\circ) \text{ В.}$$

Далее, можем определить свободные составляющие тока и напряжения на ёмкости  $C$ .

Однородное дифференциальное уравнение решается с помощью характеристического уравнения

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_a + R_c}{L} \cdot \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = 0 \Rightarrow k^2 + \frac{R_a + R_c}{L} \cdot k + \frac{1}{LC} = 0.$$

Корни характеристического уравнения будут равны

$$k_{1,2} = -\frac{R_a + R_c}{2L} \pm \sqrt{\left(\frac{R_a + R_c}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}.$$

Подставив значения  $R_a$ ,  $R_c$ ,  $L$ , и  $C$  в формулу корней, получим

$$k_{1,2} = -75 \pm \sqrt{5625 - 50000} = -75 \pm 210,65j = -\delta \pm \omega_{\text{св}} \cdot j.$$

Так как корни  $k_1$  и  $k_2$  – комплексные сопряжённые числа, значения свободных токов и напряжение на ёмкости запишем в виде

$$u_{C_{CB}} = U_{C_m} \cdot e^{-\delta t} \sin(\omega_{CB} t + \lambda_C), \quad i_{A_{CB}} = i_{C_{CB}} = i_{CB} = I_m \cdot e^{-\delta t} \sin(\omega_{CB} t + \lambda_i).$$

Здесь величины  $U_{C_m}$ ,  $\lambda_C$ ,  $I_m$ ,  $\lambda_i$  являются неизвестными постоянными интегрирования.

Для определения этих неизвестных постоянных найдем значения  $u_{C_{CB}}$  и  $i_{C_{CB}}$  при  $t = 0$

$$u_{C_{CB}}(0) = U_{C_m} \cdot \sin(\lambda_C), \quad i_{CB}(0) = I_m \sin(\lambda_i).$$

Так как неизвестных в полученных решениях четыре, то для их определения необходимо еще два условия, которые можно получить продифференцировав данные уравнения и вычислив значения при  $t = 0$ :

$$\frac{du_{C_{CB}}}{dt} = U_{C_m} (-\delta) e^{-\delta t} \sin(\omega_{CB} t + \lambda_C) + U_{C_m} \omega_{CB} e^{-\delta t} \cos(\omega_{CB} t + \lambda_C),$$

$$\frac{di_{CB}}{dt} = I_m \cdot (-\delta) e^{-\delta t} \sin(\omega_{CB} t + \lambda_i) + I_m \cdot \omega_{CB} e^{-\delta t} \cos(\omega_{CB} t + \lambda_i),$$

$$\left. \frac{du_{C_{CB}}}{dt} \right|_{t=0} = U_{C_m} (-\delta) \sin(\lambda_C) + U_{C_m} \omega_{CB} \cos(\lambda_C),$$

$$\left. \frac{di_{CB}}{dt} \right|_{t=0} = I_m (-\delta) \sin(\lambda_i) + I_m \omega_{CB} \cos(\lambda_i).$$

Таким образом, постоянные интегрирования определяются путём решения четырёх уравнений при условии определения значений следующих параметров в момент коммутации:  $u_{C_{CB}}(0)$ ,  $i_{CB}(0)$ ,  $\left. \frac{du_{C_{CB}}}{dt} \right|_{t=0}$ ,  $\left. \frac{di_{CB}}{dt} \right|_{t=0}$ .

Учитывая, что в ряде случаев решение дифференциальных уравнений проще интегрально-дифференциальных, полученную систему сводят к одному дифференциальному уравнению соответствующего порядка относительно выбранной независимой переменной  $i_L$  или  $u_C$ . Порядок дифференциального уравнения определяется числом независимых накопителей энергии электрического и магнитного полей.

Основное достоинство классического метода — он «нагляден» в том смысле, что при преобразованиях не теряется физическая картина переходного процесса. Основной недостаток — расчеты усложняются, особенно при рассмотрении разветвленных цепей с дифференциальными уравнениями второго и высшего порядков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов С.А., Герман А.Д., Муратова Т.В. Дифференциальные уравнения: учебник для вузов. МГТУ им Н.Э. Баумана, 2011.
2. Бычков Ю.А., Золотницкий В.М., Чернышев Э.П. Основы теоретической электротехники. Издательство "Лань", 2009.
3. Потапов Л.А. Теоретические основы электротехники: краткий курс. Издательство "Лань", 2016.

ПОЛИАНАЛИТИКАЛЫҚ ФУНКЦИЯЛАР ҮШІН ШЕКАРАЛЫҚ  
ЕСЕПТЕРДІҢ ҚОЙЫЛУЫН ТАЛДАУ

$z = x + iy$  кешенді айнымалысы аналитикалық функциясының жалпылауының бірі кешенді жазықтықта  $D$  облысында қандай да бір  $n \geq 2$  натурал саны үшін

$$\frac{\partial}{\partial \bar{z}} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right)$$

болатындай

$$\frac{\partial^n u}{\partial \bar{z}^n} = 0 \tag{1}$$

теңдеуін қанағаттандыратын  $u(z)$  полианалитикалық (немесе  $n$ -аналитикалық) функциясы табылады. Полианалитикалық функциялардың құрылымдық және сапалық қасиеттері М.Б.Балктың монографиясында сипатталған.  $D$  облысында  $n$ -аналитикалық  $u(z)$  функциясы бір ғана

$$u(z) = \sum_{k=0}^{n-1} \bar{z}^k \phi_k(z) \tag{2}$$

түрінде ғана келтіріледі, мұндағы  $\phi_k(z)$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, n - 1$  функциялары  $D$  облысында аналитикалық болсын. Олар  $u(z)$  полианалитикалық функциясының аналитикалық құраушы бөліктері деп аталады, сәйкесінше нөлдік, бірінші, ...,  $n - 1$ -ші.

Осы теңдеудің нақты және жорамал бөліктерін бөлген уақытта А.В. Бицадзе танымал жұмысында қарастырылған екінші ретті эллиптикалық жүйесі алынады. Бұл жүйе Дирихле есебінің бірлік шеңберде фредгольмдік еместігімен танымал, біртекті есептің саны шектеусіз сызықты тәуелсіз шешімдері бар.

$\Gamma$  тегіс контуры кеңейтілген кешенді жазықты  $D$  шекті облысы және құрамында  $z = \infty$  нүктесі бар  $D'$  облысына бөледі. Қосымшалар үшін ерекше маңызды полианалитикалық функцияларға арналған Риман-Гильберт типті келесі үш негізгі есептер неғұрлым толықтай зерттелінген:

$$Re G_k(t) \Delta^k u(t) = f_k(t), \quad k = 0, 1, \dots, n - 1 \tag{3a}$$

$$Re \left( G_k(t) \frac{\partial^{n-1} u(t)}{\partial x^{n-k} \partial y^{k-1}} \right) = f_k(t), \quad k = 1, 2, \dots, n \tag{3b}$$

$$Re \left( G_k(t) \frac{\partial^k u(t)}{\partial n^k} \right) = f_k(t), \quad k = 0, 1, \dots, n - 1 \tag{3c}$$

Мұндағы  $\Delta$  - Лаплас операторы,  $\frac{\partial}{\partial n}$  – сыртқы нормальдің  $\Gamma$ -ға қатысты туындысы. Бұл кезде  $G_k(t), f_k(t)$  берілген функциялары  $(2n - k - 2)$ -ші ретке дейінгі өзінің туындыларымен  $\Gamma$ -да Гельдер шартын қанағаттандырады, тіптен  $\Gamma C^{2n-1, \mu}$  сыныбына жатады (яғни, контур  $t = x(s) + iy(s)$  теңдеуімен беріледі, мұндағы  $x(s)$  және  $y(s)$  -  $2n - 1$  қоса алғандағы өзінің туындылармен бірге Гельдер шартын қанағаттандыратын  $s$  доғасының функциялары) және  $G_k(t) \neq 0$ .

$G_k(t) = 1$  жеке жағдайларында (3a) (3b) есептері сәйкесінше Рикье есебі, бірінші негізгі есеп және екінші негізгі есеп деп аталатын полианалитикалық функциялар теориясының негізгі классикалық есептерін бейнелейтіндігін атап өту қажет, оған көптеген түпнұсқалы жұмыстар арналған. Тұтас орта механикасы мен математикалық физиканың көптеген шешімдерін табу уақытында түрлі қосымшалардың туындауына байланысты осы есептерге деген қызығушылық пайда болды.

(3a) (3b) аналогиясы бойынша  $\Gamma$ -да

$$\Delta^k u^+(t) = G_k(t) \Delta^k u^-(t) + g_k(t), \quad k = 0, 1, \dots, n-1 \quad (4a)$$

$$\frac{\partial^{n-1} u^+(t)}{\partial x^{n-k} \partial y^{k-1}} = G_k(t) \frac{\partial^{n-1} u^-(t)}{\partial x^{n-k} \partial y^{k-1}} + g_k(t), \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (4b)$$

$$\frac{\partial^k u^+(t)}{\partial n^k} = G_k(t) \frac{\partial^k u^-(t)}{\partial n^k} + g_k(t), \quad k = 0, 1, \dots, n-1 \quad (4c)$$

$u^+(z)$  және  $u^-(z)$  шекаралық мәндері шекаралық шарттарды қанағаттандыратын,  $D \cup D'$  ашық жиынында полианалитикалық  $u$  функциясына арналған сәйкес сызықтық түйіндісі есебі қарастырылады.

(3b), (3c) есептері мен сәйкесінше (4b), (4c) есептері олардың күрделілік деңгейі сияқты, олардың шешімдері бойынша да жақын. Алайда, (3a) және (4a) есептері екінші және үшінші тип есептерінің өздерінің қойылым қарапайымдылығымен біршама ерекшеленеді. Ол ерекшелік, (2) сәйкес (3a) және (4a) шекаралық шарттарын анықтаушы

$$\Delta^k = 4^k \frac{\partial^{2k}}{\partial z^k \partial \bar{z}^k},$$

дифференциалдық операторлары үшін

$$\Delta^k u(z) = 4^k \sum_{p=k}^{n-1} \frac{p!}{(p-k)!} \partial \bar{z}^{p-k} \phi_p^{(k)}(z), \quad k = 0, 1, \dots, n-1 \quad (5)$$

теңдігі орындалады. Мұнда біркелкілік үшін  $\Delta^0 u = u$ . Осы жерден шығатыны,  $k = n-1, n-2, \dots, 0$  үшін (3a) шекаралық шартын сәйкесінше

$$\begin{aligned} 4^{n-1} \operatorname{Re}(n-1)! G_{n-1}(t) \phi_{n-1}^{(n-1)}(t) &= f_{n-1}(t), \\ 4^{n-2} \operatorname{Re} G_{n-2}(t) \left[ (n-2)! \phi_{n-2}^{(n-2)}(t) + \left| (n-1)! \phi_{n-1}^{(n-2)}(t) \right| \right] &= f_{n-2}(t), \dots \quad (6) \\ \operatorname{Re} G_0(t) [\phi_0(t) + \bar{t} \phi_1(t) + \dots + \bar{t}^{n-1} \phi_{n-1}(t)] &= f_0(t) \end{aligned}$$

түрінде жазуға болады.

(6) шекаралық шарттар жиынтығында «үшбұрыш» түрге ие екендігі анық.

Сол себепті кезекті түрде  $D$ -да аналитикалық  $\phi_k^{(k)}$ , ( $k = n-1, n-2, \dots, 0$ ) функцияға қатысты (6) Риман-Гильберттің  $n$  шекаралық есептерін шеше отыра, барлық  $\phi_0(z), \phi_1(z), \dots, \phi_{n-1}(z)$  функцияларын табуға болады, ол дегеніміз (2) түріндегі ізделінді  $u(z)$  полианалитикалық функциясын да табуға болады. Осындай жолмен, (3a) есебі  $\phi_k(z) = \phi_k^{(k)}(z)$ ,  $k = 0, 1, \dots, n-1$  аналитикалық функцияларына қатысты Риман-Гильберттің  $n$  шекаралық есептерінің жиынтығына келеді.

## КАК БЕСПИЛОТНИКИ ПРОДВИГАЮТ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Беспилотники, или беспилотные летательные аппараты (БПЛА, дроны), были с начала 1900-х годов. Первоначально использовавшиеся для военных операций, они стали более широко использоваться примерно после 2010 года, когда электронные технологии стали меньше, дешевле и эффективнее, цены на камеры и датчики упали, а заряд батареи улучшился. Там, где когда-то ученые могли наблюдать Землю только с помощью пилотируемых самолетов или спутников, сегодня они расширяют, развивают и совершенствуют свои исследования благодаря беспилотникам.

Дроны могут варьироваться от размеров самолетов до размеров шмелей. Они включают в себя часть беспилотных авиационных систем, которые имеют контроллер на земле, и некоторую форму беспроводной связи (обычно радиосигналы) между оператором и дроном. Большинство небольших беспилотных летательных аппаратов питаются от литий-полимерных батарей, в то время как более крупные могут использовать двигатели самолетов. Многие беспилотники изготовлены из углеродного волокна, что делает их легкими и удобными для посадки без ущерба для окружающей среды.

В зависимости от предназначения, дроны оснащены различными полезными грузами или оборудованием. Цифровые камеры позволяют идентифицировать растения и животных и помогают создавать трехмерные карты. Тепловые камеры обнаруживают тепло от живых существ, таких как животные или растения, находящиеся в состоянии стресса, а также от воды. Гиперспектральная визуализация выявляет особенности растений и воды посредством измерения отраженного света и может интерпретировать более широкий диапазон длин волн, чем может видеть человеческий глаз. LiDAR, который измеряет, сколько времени требуется для испускаемого светового импульса, чтобы достичь цели и вернуться к датчику, может использоваться для расчета расстояния до объекта и его высоты, которое используется для трехмерных карт.

Дроны контролируют реки, чтобы помочь предсказать наводнение. Они идентифицируют области, которые незаконно регистрируются. Они могут различить распространение водорослей в водоемах, а также проникновение соленой воды. Они идентифицируют виды растений и выявляют болезни лесных деревьев.

В энергетической промышленности беспилотники используются для выявления утечек метана при добыче нефти и газа, а также для мониторинга трубопроводов, ветряных и солнечных установок.

Дроны отслеживают морских млекопитающих, подсчитывают популяции животных и контролируют соблюдение в морских заповедниках. Беспилотники Университета Дьюка недавно показали, что серые тюлени возвращаются к

берегам Новой Англии и Канады благодаря усилиям по их сохранению. Исследователи из Ocean Alliance, находящейся в Массачусетсе организации по сохранению китов, использовали беспилотники, летящие низко над китом, чтобы захватить брызги из дыры существа. Затем они проанализировали собранную ДНК для изучения микробиома кита, гормонов стресса и беременности. Дроны также используются для наблюдения за исчезающими видами и для борьбы с браконьерами. Хотя защита дикой природы с помощью беспилотников кажется очевидным применением, не было проведено много исследований фактического воздействия дронов на живую природу.

Алессио Ровере, руководитель младшей исследовательской группы по уровню моря и изменениям побережья в MARUM (Университет Бремена) / Leibniz ZMT, и адъюнкт-исследователь в Ламонт-Доэрти, изучает эрозию прибрежных районов, сообщества мангровых зарослей, а также распределение кораллов и гибель мелких кораллов (при обесцвечивании кораллов дроны могут видеть это сверху). В своей работе по всему миру он использует готовые беспилотники, батареи которых работают от 10 до 15 минут. Дроны делают множество снимков через короткие промежутки времени, которые затем объединяются с помощью программного обеспечения и алгоритмов для создания цельного изображения местности и трехмерной цифровой модели рельефа. Поскольку прибрежные районы быстро меняются, повторные полеты через короткие промежутки времени могут показывать различия в условиях, например, до и после шторма.

«Беспилотники позволяют легко получить очень детальный обзор небольшой области, где вы хотите провести измерения высоты», - сказал Ровер. «Если мне нужно было провести обследование пляжа до того, как я начал использовать беспилотники, то обычно нужно надеть GPS на рюкзак и ходить по пляжу, чтобы измерить точки на пляже... Теперь беспилотник может летать над нашими головами охватите одну и ту же область и получите изображения с более высоким разрешением. Это экономит ваше время и позволяет собирать гораздо более подробные данные. "

Для небольших территорий это мощный инструмент, сказал он. Он полагает, что для больших площадей было бы удобнее устанавливать датчики на самолете или использовать большой дрон, который может покрывать большую площадь и иметь более длительное время полета.

Эйнат Лев, доцент-исследователь Lamont, изучает вулканы с целью улучшения оценок и прогнозов опасности извержений. Она использовала беспилотник, оборудованный камерой, чтобы сделать тысячи фотографий потока лавы вулкана Голухраун в Исландии в 2014-2015 годах, одного из крупнейших в истории человечества. Фотографии используются для создания трехмерной цифровой топографической карты потока. LiDAR сканировал топографию основного вентиляционного отверстия, а тепловизионная камера записывала температуры на трещинах и горячих источниках. Поскольку Лев и ее коллеги посетили вулкан вскоре после его извержения, поток лавы все еще оставался нестабильным и горячим.

«Самым большим преимуществом использования беспилотников является то, что они могут доставить вас в места, в которые очень трудно попасть ... Мы не могли отобразить структуру потоков лавы в Исландии во внутренней части, потому что до нее было слишком трудно добраться, и беспилотник просто взлетает выше и получает нам эти данные », - сказал Лев в видео о своей работе .

Кристофер Заппа, адъюнкт-профессор Lamont, специализируется на физике океана и климата. В маргинальных зонах (переходных зонах между открытым океаном и морским льдом) Арктики и в тропиках он изучает, как атмосфера генерирует волны от ветра, как волны разбиваются и как эта энергия, впрыскиваемая в океан, влияет на перенос газов, тепло и энергия между океаном и атмосферой. Заппа использует большие беспилотники с фиксированным крылом с размахом крыльев от 10 до 12 футов и от 5 до 6 футов. Эти сложные беспилотные воздушные системы, которые могут летать до 24 часов и нести полезную нагрузку в 10 фунтов, требуют двух наземных экипажей, двух летных экипажей и большого технического опыта.

Заппа разработал шесть полезных нагрузок для дронов, миниатюризировав технологию, которую он ранее использовал на кораблях или пилотируемых самолетах:

Инфракрасное изображение показывает температуру любой поверхности, будь то океан, лед или суша. Карты температуры помогают определить скорость обмена между океаном и атмосферой; этапы роста льда, таяния или замерзания; температура талой воды относительно океанской воды и как дрейфует морской лед.

Видимая гиперспектральная камера может показывать, когда лед распадается и солнечный свет проникает, что может влиять на цветение фитопланктона. Поскольку фитопланктон поглощает солнечную радиацию, это может привести к увеличению тепла океана вблизи поверхности, что может повлиять на таяние льда.

Гиперспектральное изображение в ближней инфракрасной области спектра показывает свойства поверхности и может выявить возраст морского льда.

Широкополосное длинноволновое / коротковолновое излучение измеряет, сколько солнечной энергии исходит от солнца, сколько поглощается поверхностью и сколько отражается обратно в атмосферу.

Метеорологические турбулентные потоки измеряют потоки импульса, тепла и водяного пара над океаном. В эту полезную нагрузку также входит LiDAR, который может измерять океанские волны, которые разбивают лед, и определять, сколько льда лежит в воде и насколько он толстый.

Развернутый дроном микро-дрифтер - это стручок размером с банку содовой, выбрасываемый из дрона. Когда он падает, он анализирует атмосферу на предмет температуры, водяного пара и давления. В океане он превращается в микробуй и измеряет температуру и соленость поверхности океана на разных глубинах. Модуль передает информацию об атмосфере в реальном времени

обратно к дрону, где она хранится. Данные об океане хранятся на борту микроподушки; как только он видит дрон, он передает информацию.

В настоящее время Zarra разрабатывает радар для морского льда, который будет измерять толщину морского льда.

«Я использую все эти инструменты в целом, но мы всегда использовали их с очень больших и громоздких [кораблей] платформ. Одна вещь, которую беспилотники позволяют нам делать, это уходить от этих надстроек, которые могут влиять или не влиять на окружающую среду», - сказал он. Заппа. «Эти беспилотники [дроны] позволяют мне убежать с корабля и измерить все, что я хочу измерить в невозмущенном океане».

«Большинство океанографов никогда не заботились о верхних 10 метрах океана, где судно будет мешать воде», - сказал он. «Но все, что я делаю, связано с верхними 10 метрами океана и нижними 10 метрами атмосферы, там, где они взаимодействуют. Поэтому для меня очень важно уйти с корабля или посмотреть на области, не затронутые кораблем, как в атмосфере, так и в океане. Дроны позволяют мне делать это очень хорошо».

Маркус Хилперт, адъюнкт-профессор наук о состоянии окружающей среды в Школе общественного здравоохранения имени Мейлмана при Колумбийском университете, сотрудничает с Ламонт-Доэрти в разработке беспилотника для измерения загрязнения воздуха, выделяемого промышленными дымовыми трубами. Большая часть данных о загрязнении воздуха поступает из наземных измерений, но беспилотники позволяют ученым собирать данные о загрязнении на разных высотах для изучения того, как загрязняющие вещества рассеиваются в окружающей среде. Без беспилотника было бы сложно и опасно собирать такую информацию.

В университете штата Небраска лаборатория NIMBUS (Небрасские интеллектуальные системы беспилотных систем MoBile) разрабатывает различные возможности для дронов. Предписанные пожары, которые традиционно делаются вручную или на вертолете, помогают уничтожать инвазивные виды и контролировать лесные пожары, безопасно избавляясь от лишней растительности, которая в противном случае могла бы загореться. NIMBUS разработал беспилотный летательный аппарат, который выпускает воспламенители огненных шаров размером с шарик для пинг-понга. Когда беспилотник летит, шарики из материала зажигания впрыскиваются со спиртом и затем падают на землю. Через несколько секунд они загорелись. Они могут быть отброшены по прямой линии или по определенному шаблону в областях, которые могут быть слишком опасными или труднодоступными другими способами. NIMBUS также разработал беспилотники, которые могут измерять высоту посевов, что позволяет ученым изучать здоровье посевов и реакцию на факторы окружающей среды. Пролетая близко к зерновым культурам, дрон использует 2-D лазерный сканер, чтобы оценить высоту урожая. Ученые здесь также разрабатывают беспилотный летательный аппарат, который может собирать листья с посевов, чтобы их

можно было проанализировать на предмет здоровья посевов или для определения идентичности сорняков.

Система отбора проб воды, установленная в лаборатории в штате Небраска, может контролировать качество воды, обнаруживать токсичные водоросли и находить инвазивные виды в труднодоступных местах. Дрон использует трубу длиной в один метр для всасывания воды, когда он летит над водоемом. Вода хранится во флаконах на дроне и измеряется по температуре и солености. Некоторые дневные беспилотники могут потенциально нести миниатюрные инструменты генетического секвенирования, которые позволят им анализировать ДНК в образцах для выявления болезней, а также находящихся под угрозой исчезновения или инвазивных видов .

NIMBUS также работает над беспилотником, который может летать к удаленному датчику, определять, нужно ли заряжать его батарею, и заряжать его по беспроводной связи. Поскольку дроны могут делать это многократно, они могут поддерживать непрерывную работу всех датчиков, поэтому данные не будут потеряны. Ученые также изучают беспилотный летательный аппарат, который может извлекать данные с подводных датчиков океана, которые способны всплыть на поверхность.

Как и ученые NIMBUS, Заппа является пионером, расширяющим границы возможностей дронов. Однажды он хотел бы, чтобы дроны могли летать над океаном и точно измерять атмосферные газы. Он мечтает о парках беспилотных летательных аппаратов с различной полезной нагрузкой, летящих в строю, и у него есть видение гибридной системы, объединяющей беспилотный летательный аппарат с подводным транспортным средством, которое может летать, приземляться в океане , становиться подводным и пробывать под водой, а затем взлетать на поверхность и образец атмосферы.

Беспилотники постоянно совершенствуются - их делают меньшими, дешевыми и более способными. Но хотя у них огромный потенциал для научных исследований, у них есть некоторые недостатки. Меньшие из них не могут вылететь за пределы прямой видимости контроллера, ограничивая размер области, которая может быть изучена. Большим требуется много людей, чтобы управлять ими, и серьезный технический опыт, чтобы управлять ими. Существует также риск потери дрона в результате несчастного случая. И поскольку использование беспилотников в науке все еще находится в зачаточном состоянии, ученые разрабатывают руководящие принципы по мере их продвижения, находят свой путь программно, с финансирующими учреждениями и с ограничениями на управление ими.

«Что прекрасного в беспилотниках, так это то, что они предоставляют новую территорию для проведения измерений, что раньше было невозможно», - сказал Заппа. «Но вы все равно хотите использовать самый лучший инструмент и платформу для любого эксперимента, который вы проводите... иногда это будет БПЛА, иногда нет... Вы хотите определить инструмент, который наиболее полезен для вашей научной цели».

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Робот-манипулятор является динамической системой. Для таких систем нужны специальные алгоритмы управления, разработкой которых занимаются авторы данной статьи [1, 2]. Задача разработки алгоритмов управления движением робота-манипулятора возникла в процессе применения робота-манипулятора к плазменной обработке и резке изделий, когда необходимо контролировать расстояние от плазменного источника до поверхности, скорость перемещения, а также непосредственно траекторию движения руки робота-манипулятора. Чтобы успешно решить данную практическую задачу необходимо ознакомиться с передовым опытом других ученых. В данной статье представлен обзор работ, посвященных планированию траектории динамических систем, каковой является промышленный робот-манипулятор.

Планирование пути представляет большой интерес для большинства исследовательских организаций в области робототехники. Роботы-манипуляторы широко применяются в промышленности для покраски, погрузки, сборки, плазменной и лазерной резки и т.д. Планирование пути - в фокусе внимания исследований в области робототехники, работа в этой области направлена на разработку новых алгоритмов и методов для повышения точности и эффективности процесса автоматического планирования пути.

Прежде всего, необходимо разобраться с двумя определениями «Путь» и «Траектория». В работе [3] дается следующее определение: путь представляет собой упорядоченный так называемый годограф точек в пространстве, по которому должен следовать манипулятор. Таким образом, путь - это чисто геометрическое описание движения, а траектория – это путь, на котором задан закон синхронизации, например, скорости и ускорения в каждой его точке. В [3] планирование движения робота представлено схемой (рис.1), наглядно показывающей суть планирования движения робота-манипулятора в целом.

Планирование пути – это планирование геометрического пути, а планирование (генерация) траектории в свою очередь подразумевает два последовательных действия:

- 1) «интерполяция» или «аппроксимация» желаемого пути с помощью класса полиномиальных функций;
- 2) генерация последовательности основанных на времени «контрольных точек» для управления манипулятором от начального положения (конфигурации) до места назначения.



Рисунок 1 – Схема планирования движения робота-манипулятора, адаптированная по данным [3]

Цель генерации траектории - генерировать входные данные для системы управления движением, которая обеспечивает выполнение запланированной траектории. Пользователь или планировщик верхнего уровня (см. рис.2) описывает желаемую траекторию некоторыми параметрами, обычно это:

- Начальная и конечная точка (двухточечное управление).
- Конечная последовательность точек вдоль пути (движение через последовательность точек).

В нашей работе [4] описывается роботизированная система, которая предполагает использование датчиков-сенсоров для того, чтобы сканировать обрабатываемую поверхность, для которой и нужно планирование траектории. Как правило, планирование пути манипулятора усложняется многосвязностью манипуляторов. В нашем случае робот имеет 6-степеней свободы. По сути, алгоритмы планирования пути определяют, как рука промышленного робота должна приближаться к детали, как она должна обрабатывать деталь, и как она должна ориентироваться на оптимальную производительность и избегать столкновений. Планирование пути промышленного робота является необходимым компонентом производительной системы автоматизации, поэтому необходимо обеспечить точное, безопасное и эффективное планирование пути.

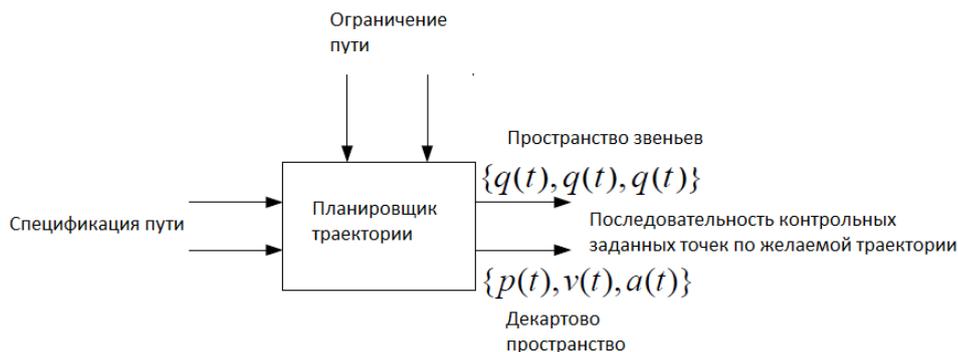


Рисунок 2 - Планировщик верхнего уровня, адаптировано по данным [3]

В статье [5] описан известный подход к управлению манипуляционными роботами в неизвестной среде, который сводится к решению конечного числа задач планирования пути в известной среде. Для планирования пути в среде с известными запрещенными состояниями применяется алгоритм разделения ячеек, пригодный для  $n$ -мерного пространства обобщенных координат, а также представлены результаты программной реализации алгоритмов.

Как в работе [5], так и в наших работах [6, 7] был использован алгоритм свободных областей *TFR* (*table of free regions*) на основе информации, передаваемой сенсорной системой при вызове подпрограммы планирования пути. В статье [8] описывается исследование, где в качестве объекта исследования выступает пространственный манипулятор с суставами (звеньями). Строятся кинематическая и динамическая модель и обсуждается неголономное свойство системы. В системе введен метод планирования пути, чтобы гарантировать, перемещение манипулятора в желаемое положение. Траектории движения суставов робота параметризуются с использованием синусоидальных полиномиальных функций.

В работе [9] метод планирования траектории обхода препятствий и предположения исключительных ситуаций позволяет одновременно избегать препятствий и предусматривать не единственное положение для реализации траектории, что может улучшить качество сборки и повысить безопасность взаимодействия между человеком и машиной. В данной работе для решения проблемы динамического преодоления препятствий и сингулярностей был предложен улучшенный метод расчета минимального расстояния в реальном времени.

Работа [10] посвящена моделированию энергетической оптимизации движений робота с учетом, как геометрического пути, так и законов движения по конкретным траекториям. В этом контексте предлагаются два разных уровня оптимизации траектории, которые показывают смещение геометрических узлов, с одной стороны, и изменение скоростей и ускорений, с другой стороны. В работе [11], описывается применение генетических алгоритмов для робототехнического планирования, что является относительно новой разработкой.

Методы второго порядка дают лучшую производительность отслеживания, чем методы первого порядка, а неявный метод трапеции имеет лучшую производительность. Чтобы исследовать, может ли неявное решение использоваться более эффективно, принимая его выпуклую комбинацию с явным решением, было также рассмотрено применение метода взвешенного среднего, и оказалось, что неявный метод трапеции (это особый случай из метода средневзвешенного) имеет лучшую производительность среди всех возможных вариантов [12].

Подводя итоги, можно сделать выводы, что планирование траектории имеет решающее значение для точности и стабильности управления рукой робота. Как отмечается в работе [13], планирование траектории основано на анализе кинематики и статики в совместном пространстве, когда одновременно определяется положение и ориентация руки робота в пространстве и изучаются и рассчитываются параметры траектории.

Правильное планирование пути определяет такие важные параметры работы, как:

- Точность робота: путь робота должен быть тщательно спланирован, чтобы продуктивно обрабатывать деталь без малейшей ошибки или без ошибок.

- Производительность (повторяемость задачи): после того, как путь робота будет четко определен, он может повторять одну и ту же задачу тысячи раз без изменений, что увеличит производительность.

- Качество продукта: когда продукты создаются с высокой степенью точности и повторяемости, возникает меньше ошибок, что приводит к повышению общего качества продуктов.

Закключение: если планирование пути робота выполнено правильно, то промышленный робот может эффективно выполнять стоящие перед ним задачи.

Благодарность: Исследование проведено по проекту № AP 05130525 «Интеллектуальная роботизированная система для плазменной обработки и резки крупногабаритных изделий сложной формы» с грантовым финансированием Комитета науки МОиН Республики Казахстан на 2018-2020 годы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алонцева Д.Л. Красавин А.Л. Шадрин Г.К. Кадыролдина А.Т. Құсайын-Мұрат Ә.Т. Разработка системы управления промышленным роботом-манипулятором для трехмерного сканирования поверхностей. // Вестник ВКГТУ (в печати).

2. Шадрин Г. К., Алонцева Д. Л., Кусайын-Мурат А. Т., Красавин А. Л. Синтез алгоритма управления движением инструмента робота методом компенсации динамики и возмущений // Мехатроника, автоматизация, управление (в печати).

3. Siciliano B. et al. Robotics. Modeling, planning and control // Springer, Berlin - chapter 4: Trajectory planning - 2009, pp.161-189

4. Құсайын Ә.Т., Алонцева Д.Л., Красавин А.Л. Разработка алгоритмов сканирования поверхности и автоматического движения робота-манипулятора // Материалы III Международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых, ВКГТУ, Усть-Каменогорск. - часть III. - 12, 13 апреля 2017, с. 131-136.
5. Сафиуллина Н. Ф., Лопатин П. К. Алгоритм разделения ячеек для планирования пути манипуляционного робота // Математика, механика, информатика. – 2012 - с. 62-67.
6. Alontseva D.L., Krasavin A.L., Russakova A.V., Kadyroldina A.T. Automation of industrial sites with mechatronic systems // International Journal of Electrical and Electronic Engineering and Telecommunications Vol. 7, No. 4. – 2018. - P. 146-151. DOI: 10.18178/ijeetc.7.4.146-151.
7. Alontseva D.L., Krasavin A.L., Kadyroldina A.T. Kussaiyn-Murat A.T. Segmentation Algorithm for Surface Reconstruction According to Data Provided by Laser-Based Scan Point // Computational and Information Technologies in Science, Engineering and Education - 2019, pp. 1–10 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-12203-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-12203-4_1)
8. Chen Zh., Zhou W. Path Planning for a Space-Based Manipulator System Based on Quantum Genetic Algorithm // Hindawi. Journal of Robotics. Volume 2017 – 2017 – pp. 10. Article ID 3207950, <https://doi.org/10.1155/2017/3207950>
9. Liu Y., Dai Q. Improvement of Obstacle and Singularity Avoidance Path Planning Algorithm for Redundant Manipulators // 5th International Conference on Computer Sciences and Automation Engineering (ICCSAE 2015) – 2015, pp. 959-969.
10. Lorenz M., Paris J., Scholer F., Barreto J.-P. Energy-efficient trajectory planning for robot manipulators // Proceedings of the ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference – 2017, pp. 10.
11. Sivakumar P.L., Varghese K., Ramesh Babu N. Path Planning of Construction Manipulators Using Genetic Algorithms // Automation and Robotics in Construction XVI – 1999, pp. 555-560.
12. Drexler D. Closed-Loop Inverse Kinematics Algorithm with Implicit Numerical Integration // Acta Polytechnica Hungarica, - Vol. 14, No. 1 – 2017, pp. 147-161.
13. Zhiyong Zh., Dongjian H., Lei T. J., Lingshuai M. Picking Robot Arm Trajectory Planning Method // Sensors & Transducers, Vol. 162 , Issue 1 - January 2014, pp. 11-20.

## ГАЗОДИНАМИКАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІҢ САНДЫҚ ШЕШІМДЕРІ

Газодинамикасының теңдеулерін шешу қажеттілігі газдардағы соққы толқындарының қалыптасуы мен таралуына, отынның суда немесе турбиналардың торларында ағуына, олардың атмосферадағы қозғалысы кезінде денелердің ағуына, соққы толқындарының кедергілерімен өзара іс-қимылына, Ракеталық қозғалтқыштардың және т. б. шүмектерінен қайта кеңейген немесе кеңеймеген ағыстардың өтуіне байланысты мәселелерді қарау кезінде туындайды, жалпы, тұтқырлық күшімен Инерция күштерімен салыстырғанда елемеуге болады, ал бұл ретте газдың сығылуы айтарлықтай. Газодинамикалық теңдеулер жүйесі квазилинді болып табылатындықтан, аналитикалық шешім алу мүмкін емес, сондықтан оларды интегралдаудың сандық әдістеріне жүгініңіз. Соңғы 50 жылда Ресей мен шетелде ерекшеліктерді (шешім алшақтығын) бөліп алудың арнайы процедурасына жүгінбей, анықтаудың барлық саласындағы теңдеулерді шешуге мүмкіндік беретін айырымдық схемалардың үлкен саны әзірленді. Мұндай схемалардың көмегімен газодинамикасының көптеген күрделі міндеттері шешілді.

Осы уақытқа дейін қарастырылған барлық мысалдарда дифференциалды шеттік есептерді шешу жеткілікті тегіс болады, ал айырмалық есептерді құру негізінде дифференциалды теңдеудегі туындыларды айырмалық қатынастармен алмастыру жатыр деп болжанады. Алайда, дифференциалды функциялар физиканың көптеген маңызды процестерін сипаттау үшін жеткіліксіз. Мысалы, физикалық эксперименттер қысым, тығыздық және температураның дыбыстан тыс таралуын көрсетеді тұтқыр емес газдың ағысы ауытқуы бар функциялармен сипатталады — соққы толқындары. Ауытқуы тегіс бастапқы деректер кезінде уақыт өте келе пайда болуы мүмкін. Тиісті дифференциалды шеттік есептер тегіс емес. Шешім ұғымын кеңейтіп, кейбір табиғи жолмен жалпыланған шешімдерді енгізуге тура келеді. Бұл үшін екі негізгі әдіс бар.

Бірінші әдіс физикалық сақталу заңдарын (масса, импульс, энергия және т.б.) дифференциалды емес, интегралды түрде жазу болып табылады. Содан кейін олар ажыратуға болмайтын, бірақ біріктіруге болатын ажыратылған функциялар үшін де мағынасы бар.

Екінші әдіс дифференциалдық теңдеулерге жасанды түрде енгізуден тұрады, бұл теңдеулердің тегіс' шешімі бар. Бұл жасанды енгізілген мүшелер газодинамикалық есептер жағдайында ағымның үзілуін жеңілдететін аз тұтқырлықтың мағынасы бар. Содан кейін "тұтқыр" мүшелердің коэффициенттері нөлге ұмтылады, ал шешім қабылдауға ұмтылатын шектерді бастапқы есептің жалпыланған шешімі үшін қабылдайды.

Қорытылған шешімді және оны келесі Коши есебі мысалында алу тәсілдерін түсіндіреміз:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right) = 0, -\infty < x < \infty, t > 0, \quad (1)$$

$$u(x,0) = \varphi(x),$$

тегіс бастапқы деректерден ажыратылған шешімдердің пайда болу қасиетіне ие газ динамикасының теңдеулерінің қарапайым үлгісі болып табылады.

Қандай да бір міндет үшін қолайлы айырмалық сызбаны тандай білу шешім алгоритмінің күрделілігін, шешім алуға кететін процессор уақытын және соңында нәтиженің дәлдігін анықтайды.

Есептің жалпы қойылымы айырымдық схеманы құру.

Егер есепті тұтастай алғанда, ұзын газ құбыры бойынша қалыптастырса газ дауысты жылдамдықпен және учаскенің басында кез келген режимде қозғалады, қысым автоматты реттеуішпен бірдей  $P_0$  деңгейінде, ал осы аймақтың соңында сақтандыру клапаны бірден жабылады. Математикалық түрде осы шарттар келесідей сипатталады:

$$\frac{\partial Q(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial P(x,t)}{\partial x} + \frac{\lambda}{2 * d} * \frac{g * R * T}{P(x,t)} * Q(x,t)^2 = 0; 0 < x < L, t > 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial P(x,t)}{\partial t} + c^2 \frac{\partial Q(x,t)}{\partial x} = 0, 0 < x < L, t > 0; \quad (3)$$

$$P(x,0) = f(x), 0 \leq x \leq L; \quad (4)$$

$$Q(x,t) = f(x), 0 \leq x \leq L; \quad (5)$$

$$P(0,t) = P_0 = const, t > 0; \quad (6)$$

$$\frac{\partial Q(0,t)}{\partial x} = 0, t > 0; \quad (7)$$

$$\frac{\partial P(L,t)}{\partial x} = 0, t > 0; \quad (8)$$

$$Q(L,t) = 0, t > 0; \quad (9)$$

Ескертпе:

- (2) және (3) теңдеу дыбыстың дозасы бар газ қозғалысын сипаттайды құбыр бойынша жылдамдықпен.
- (4) және (5) теңдеулері стационарлық жағдайды сипаттайды газ құбыры ысырмаларды жабғанға дейін пайдаланылады және мәндердің міндеті үшін қызмет етеді бастапқы уақытша қабатта.
- (6) және (7) теңдеу құбырдың басында шарттарды қояды, яғни берілген қысымды ұстап тұратын қысым реттегіші деңгейде.
- (8) және (9) теңдеу құбырдың соңында шарттар қояды, яғни кенеттен жабылатын ысырма және осы нүктеде болмаушығынын.

Біз  $\{ 0 < x < L, t > 0$  кеңістіктік-уақытша аймағын жабамыз  $\}$ , сызықтармен түзілетін тормен:

$$x = i * \Delta x, i = 1, 2, \dots, n = \frac{L}{\Delta x};$$

$$y = k * \Delta t, k = 0, 1, 2, \dots, n;$$

Жеке туынды теңдеулерді сандық шешу кезінде енгіземіз  $P(x, t)$  және  $Q(x, t)$  үшін аяқталған-айырмалық ауыстыру, яғни келесілерді жасаймыз, түрлендіреміз:

$$\frac{\partial P(x, t)}{\partial t} \approx \frac{P(x, t + \Delta t) - P(x, t)}{\Delta t}; \quad (10)$$

$$\frac{\partial Q(x, t)}{\partial x} \approx \frac{Q(x + \Delta x, t) - Q(x, t)}{\Delta x}; \quad (11)$$

$$\frac{\partial P(x, t)}{\partial x} \approx \frac{P(x + \Delta x, t) - P(x, t)}{\Delta x}. \quad (12)$$

Жеке қысымды анықтау кезінде  $X$  арқылы артқа қадаммен айқын схеманы пайдаланды.

$$\frac{\partial Q(x, t)}{\partial x} \approx \frac{Q(x, t) - Q(x - \Delta x, t)}{\Delta x}; \quad (13)$$

Ал жеке туындыны анықтау кезінде  $Q$  (тығыздығы\*жылдамдық)  $X$  бойынша алға қадаммен айқын схеманы қолданды.

Нәтижесінде осы теңдеулер жүйесі үшін аралас бұл жағдайда пайдаланылуы ең жақсы практикалық нәтижелер.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Жуковский, Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах: учебное пособие / Н.Е. Жуковский – Москва 1949г. – 103с.
2. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. "Вычислительная гидромеханика и теплообмен" Т2, Издательство "Мир", 1990г., 336 с.
3. Самарский, А.А. Введение в теорию разностных схем: учебное пособие / А.А. Самарский – Москва 1980г. – 552с.
4. Самарский, А.А. Введение в численные методы: учебное пособие/ А.А. Самарский – Москва 1983г. – 270с.
5. Биркгоф, Г. Гидродинамика. Методы. Факты. Подобие: учебное пособие / Г. Биркгоф; пер. Погребыского И.Б. – Москва: изд. Иностранной литературы, 1963г. – 244с.
6. Чарный, И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах / И.А. Чарный – Ленинград изд. Техничко-теоретической литературы, 1951г. – 224с.

## DEVELOPING MULTILINGUAL SOFTWARE OF BLIND AND POORLY SEEING PEOPLE

**Introduction.** Today, the development of an inclusive society is one of the important tasks of society, the state and people in general. An inclusive society is seen as a society in which people with special needs and disabilities there are conditions, created for an independent lifestyle and active participation in all aspects of life and the development of society.

As part of this research, we have suggested a computer program that allows people who are blind and ill-seeing to gain access to electronic resources and adapt to modern society. The proposed program is a multilingual Braille font converter with multimedia support that will contribute to the development of an inclusive society.

*The object of the study* is the tactile font, designed for writing and reading by blind and poorly seeing people called Braille.

*The subject of the research* is the Braille conversion algorithm adapted for a special printer.

*The idea of the research* is to develop an inclusive society and increase the efficiency of adaptation for blind and poorly seeing people.

*The aim of the research* is to develop multilingual software for converting electronic resources into Braille with multimedia support.

*To achieve the goal, the following tasks were defined:*

- learning Braille technology;
- development of a Braille conversion algorithm;
- software implementation of the project;
- addition of functional program, adding multimedia software;
- development of an algorithm for mirroring resources in Braille for printing;
- connecting the program to the printing device;
- experimental research of a software product.

*To solve the tasks, the following methods were applied:*

- The scientific novelty of the research lies in the development of a Braille conversion algorithm adapted for a special printer.
- The practical significance of the research lies in the fact that the developed software module will allow blind and poorly seeing people to gain access to various electronic resources.

**Research part.** The “Braille” program is a multi-windowed Windows application developed in C # in the Microsoft Visual Studio 2017 environment.

The structure of the Braille program is presented in Figure 1.

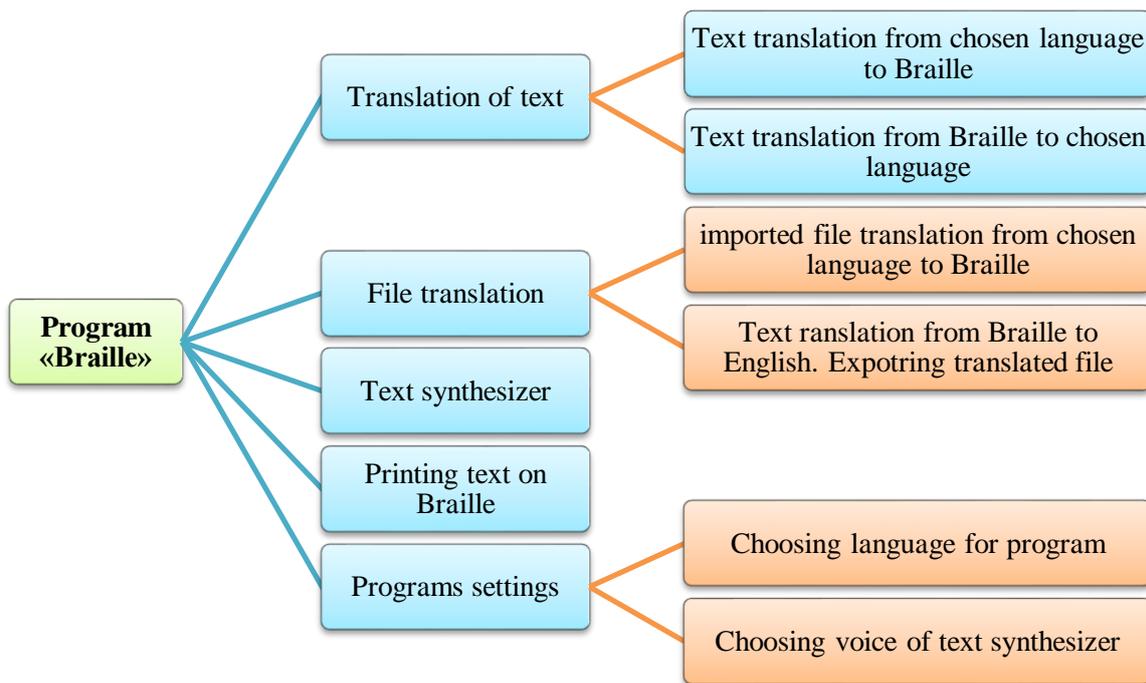


Figure 1. Braille program structure

As part of the research in Microsoft Visual Studio 2017 in C #, a multi-window Windows-application “Braille” was developed, which allows you to convert text from English (Russian) into Braille, as well as translate whole text documents. The program has the ability to articulate the text, which is important for people who are blind and poorly seeing.

The main menu of the program contains the following items: Links; Work with documents; Settings. Figures 2 show the main windows of program “Braille Complex” and design of printer.

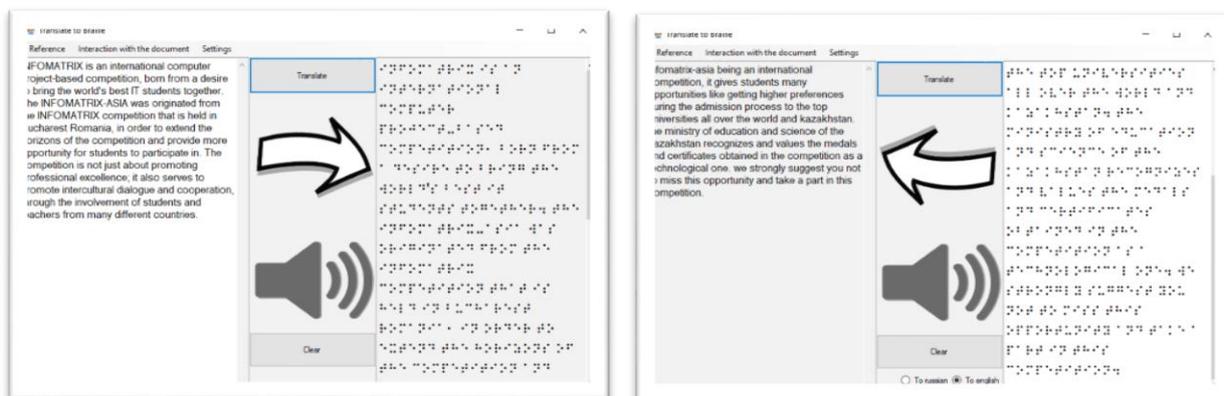


Figure 2. The main window of the program: window with translated text in/from Braille



## Conclusion

Program may be used in society to cooperate and work with blind or poor seeing people. Was designed the printer, which is based on Lego Mindstorms constructor, with purpose to allow disabled people to get full access of reading exported text.

In conclusion, by developing my research, were have done following tasks: was explored different sources about Braille Font; was created the algorithm of converting text to Braille; was implemented of algorithm of converting; was created an addition for functions of program; Implementation of algorithm of printing text on Braille; was have created robot as printing device; was connected the program to printing device; was made testing of program.

## REFERENCES

1. Deitel, P., & Deitel, H. (2016). Visual C# how to program. Pearson.
2. Al-Bastami, B. G., & Naser, S. S. A. (2017). Design and Development of an Intelligent Tutoring System for C# Language.
3. Hejlsberg, A., Wiltamuth, S., & Golde, P. (2003). C# language specification. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc..
4. Liberty, J. (2005). Programming C#: building. NET applications with C. " O'Reilly Media, Inc."
5. Prokofyeva, N., Uhanova, M., Katalnikova, S., Synytsya, K., & Jurenoks, A. (2017).
6. Introductory Programming Training of First Year Students. Procedia Computer Science, 104, 286-293.
7. Pascual-Leone, A., & Torres, F. (1993). Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers. Brain, 116(1), 39-52.
8. Rollins, M. (2014). Beginning Lego Mindstorms Ev3. Apress.

## ТРАНСПОРТНЫЕ ЗАДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Математическое программирование – это область математики, разрабатывающая теорию, численные методы решения многомерных задач с ограничениями. Главной задачей математического программирования является нахождение экстремумов различных функций. В настоящее время методы математического программирования применяются в различных социальных и производственных областях, особенно для реализации оптимального управления производственными и технологическими процессами, для планирования развития строительной организации или отдельных сторон ее деятельности, процессов управления и т.д.

Формализованное математическое описание оптимизационной задачи, другими словами, математическая модель включает в себя целевую функцию, ограничения, граничные условия. *Целевая функция* представляет собой математическую запись критерия оптимальности. Например, в строительстве примером такой функции могут служить: объемы поставок строительных материалов с различных заводов, время перевозки грузов или выполнения строительных работ, производственные ресурсы, способы производства, стоимость материалов и др.

Показатель, по величине которого оценивают, является ли решение оптимальным, называется *критерием оптимальности*. В качестве критерия оптимальности наиболее часто принимается *экономический критерий*, представляющий собой минимум затрат (финансовых, сырьевых, энергетических, трудовых) на реализацию поставленной задачи. При заданной или ограниченной величине указанных затрат экономический критерий выражается в получении максимальной прибыли.

*Решение оптимизационной задачи* включает в себя следующие этапы:

- сбор исходной информации (исходных данных);
- составление математической модели, под которой понимается формализованное математическое описание решаемой задачи;
- выбор метода решения, определяемого видом математической модели;
- выполнение математических вычислений;
- анализ решения задачи.

Линейное программирование является частным случаем математического программирования. Общей задачей линейного программирования является задача нахождения экстремума (максимума или минимума) линейной целевой функции

$$Z = \sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_n \cdot x_n \quad (1)$$

при заданной системе ограничений

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot x_i \geq b_j, \quad x_i \geq 0, \quad (2)$$

где  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$ .

В этом случае можно использовать математический аппарат линейного программирования, который представляет собой осознанный перебор неотрицательных значений переменных  $x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq 0$ , ...,  $x_n \geq 0$  в области допускаемых значений.

Методы линейного программирования позволяют также решить такие важные для строительства и производства задачи, как комплектование машин в условиях полной, неполной и неполной с ограничениями определенностей о среде, расчет минимального риска, максимизация прибыли и минимизация затрат.

Одна из основных задач линейного программирования – транспортная задача. Она позволяет запланировать поставку груза от поставщика к потребителю, чтобы стоимость перевозок была минимальной. Эта задача может возникнуть также и при перевозке срочных грузов и вырождается в этом случае в задачу по критерию времени, в которой необходимо, чтобы запасы продукции были вывезены с предприятий в полном объеме, потребности потребителя были удовлетворены полностью при наименьшем времени доставки.

Приведем классическую формулировку транспортной задачи в матричной постановке. Пусть имеется  $m$  пунктов производства некоторого однородного продукта с объемами производства  $a_i$ , при этом есть  $n$  пунктов потребления этого продукта с объемом потребления  $b_j$ . Затраты на транспортировку единицы продукта от  $i$ -го поставщика  $j$ -му потребителю равны  $c_{ij}$ . Необходимо составить план перевозок так, чтобы запасы каждого производителя были вывезены, спрос каждого потребителя удовлетворен и затраты на перевозки были минимальны.

Математическая модель транспортной задачи выглядит следующим образом.

Обозначим через  $x_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ ) объемы перевозок от  $i$ -го поставщика  $j$ -му потребителю, для перевозки  $x_{ij}$  соответствует стоимость  $c_{ij} x_{ij}$ . Тогда суммарная стоимость перевозок равна

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min. \quad (3)$$

Так как вся продукция должна быть вывезена от каждого поставщика, то верно равенство (*ограничения по ресурсам*)

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (4)$$

также спрос каждого потребителя должен быть удовлетворен, то выполняется условие (*ограничения по потребностям*)

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n), \quad (5)$$

при этом

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n). \quad (6)$$

Задача (3) – (6) называется транспортной задачей в матричной постановке.

Равенство между суммарными ресурсами и суммарными потребностями

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (7)$$

означает баланс производства и потребления и называется *условием совместимости* системы ограничений.

Транспортная задача, для которой выполняется условие (7), называется *закрытой* транспортной задачей, в противном случае транспортная задача называется *открытой*.

Матрица перевозок имеет вид:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}.$$

Исходные данные описанной задачи удобно располагать в таблице, называемой *распределительной*. Подобные таблицы используются не только для записи исходных данных, но и для выполнения последовательных итераций метода.

		Потребители				$a_i$
		$B_1$	$B_2$	...	$B_n$	
Поставщи ки	$A_1$	$c_{11}$	$c_{12}$	...	$c_{1n}$	$a_1$
	$A_2$	$c_{21}$	$c_{22}$	...	$c_{2n}$	$a_2$
	...	...	...	...	...	...
	$A_m$	$c_{m1}$	$c_{m2}$	...	$c_{mn}$	$a_m$
$b_j$		$b_1$	$b_2$	...	$b_n$	

Транспортную задачу можно решить с использованием метода последовательного улучшения плана или метода последовательного уточнения оценок. В этом случае основная трудность бывает связана с числом переменных задачи ( $m \times n$ ) и числом ограничений ( $m+n$ ). Поэтому специальные алгоритмы оказываются более эффективными. К таким алгоритмам относится метод потенциалов.

*Пример.* На строительство объектов кирпич поступает с трех заводов. Заводы имеют на складах соответственно 50, 100 и 50 тысяч шт. кирпича. Объекты требуют соответственно 50, 70, 40 и 40 тысяч шт. кирпича. Тарифы

(ден. ед. / тыс.шт.) приведены в таблице. Составьте план перевозок, минимизирующий суммарные транспортные расходы.

Завод	Тариф, ден. ед./тыс.шт.				Запасы
	1	2	3	4	
I	2	6	2	3	50
II	5	2	1	7	100
III	4	5	7	8	50
Потребности	50	70	40	40	

Классическая транспортная задача заключается в нахождении оптимальных грузопотоков, то есть в оптимальном закреплении поставщиков однородного груза за потребителями.

Для решения транспортной задачи первоначально составляется опорный план. Опорным называется любой допустимый, как правило, не оптимальный план, который является исходным для последующего решения. Для построения опорного плана существует ряд методов. Все эти методы построения опорных планов транспортных задач (метод северо-западного угла, метод минимальной стоимости, метод двойного предпочтения) имеют единый алгоритм и отличаются лишь выбором элемента  $x_{ij}$ .

Алгоритм метода потенциалов, его называют еще модифицированным распределительным алгоритмом, начинает работу с некоторого опорного плана транспортной задачи (допустимого плана перевозок). Построим опорный план, используя метод северо-западного угла и метод минимального элемента.

Рассмотрим метод северо-западного угла, который позволяет найти некоторый допустимый план перевозок. Для примера составим транспортную таблицу некоторой задачи.

$b_j$	30	80	20	30	90
$a_i$					
120	2	4	2	3	8
	30	80	10		
30	3	5	6	6	2
			10	20	
40	6	8	7	4	5
				10	30
60	3	4	2	1	4
					60

$$\sum_{i=1}^4 a_i = 250 = \sum_{j=1}^5 b_j$$

В данном случае имеем задачу закрытого типа, т.к.

При построении плана также необходимо учитывать, что сумма перевозок в столбце должна оказаться равной потребностям в данном пункте, а сумма перевозок в строке – запасу в пункте, соответствующем данной строке.

Заполнение начинается с верхнего левого угла таблицы. Величина перевозки устанавливается равной минимальной из величин: величины остатка запасов в пункте  $i$  или величины еще неудовлетворенного спроса в пункте  $j$ . Если ресурс в данной строке исчерпан, то переходим к перевозке в следующей строке текущего столбца (на одну строку вниз). Если потребности для данного пункта (столбца) удовлетворены, то переходим к следующей перевозке текущей строки в следующем столбце.

Затраты на перевозку по построенному плану равны:

$$Q = 30 \cdot 2 + 4 \cdot 80 + 2 \cdot 10 + 6 \cdot 10 + 6 \cdot 20 + 4 \cdot 10 + 5 \cdot 30 + 4 \cdot 60 = 1010.$$

По методу минимального элемента в таблице находится  $\min c_{ij}$  и в первую очередь заполняется соответствующая клетка:  $x_{ij} = \min\{a_i, b_j\}$ . Затем вычеркивается остаток соответствующей строки, если  $a_i < b_j$ , или столбца, если  $a_i > b_j$ , и корректируются остатки запасов и неудовлетворенного спроса. В оставшихся клетках таблицы снова отыскивается минимальная стоимость перевозки и заполняется соответствующая клетка и т.д.

$b_j$	30	80	20	30	90
$a_i$					
120	2	4	2	3	8
	30	80			10
30		5	6	6	2
		—			30
40		6	8	7	4
					5
					40
60		3	4	2	1
					4
			20	30	10

Затраты на перевозку по построенному плану равны:

$$Q = 30 \cdot 2 + 4 \cdot 80 + 8 \cdot 10 + 2 \cdot 30 + 5 \cdot 40 + 2 \cdot 20 + 1 \cdot 30 + 4 \cdot 10 = 830.$$

Для рассматриваемой задачи этот план лучше, но утверждать, что он оптимален, пока рано. Это только предварительный этап решения задачи. Для дальнейшего решения применяется метод потенциалов.

Таким образом, транспортные задачи имеют упрощенную схему решения. При этом большое количество прикладных задач описывается математической моделью, сходной с моделью транспортной задачи.

Методы линейного программирования могут применяться при решении различных проблем во всех сферах производства, а также и в строительстве: анализ эффективности использования производственного потенциала предприятия, разработка рациональных способов транспортирования грузов, расчет оптимальных строительных конструкций.

## ҒЫЛЫМИ МАҚАЛАЛАРДЫ ТІРКЕУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚАМТАМАСЫН ЖОБАЛАУ

### **Ғылыми жарияламдар сипаттамасы**

Ғылыми жұмыс кез келген басқа мақсатқа қарағанда - жаңа ғылыми білім алумен ерекшеленеді. Бұл жұмыстың барысында шындықтың объективті білімі дамыған және теориялық жүйелендірілген. Дегенмен, ғылымда ғылымның қандай да бір түрін белгілеу жеткіліксіз, оны ғылым тұрғысынан, теориялық немесе практикалық маңызы бар түсініктеме беру, сондай-ақ белгісіз жаңа процестер мен құбылыстарды алдын ала болжау маңызды.

Ғылыми жарияланым - бұл ғалымның ең басты жұмыстарының бірі. Ғылыми жарияланымдардың көптеген түрлері бар:

- білім және ғылым бөлімінің комитеті ұсынған журналдардағы жариялымдар;

- конференция материалдарындағы жариялымдар;

- индекстелген журналдардағы жариялымдар;

- басқа басылымдар;

- потенттер, авторлық куәлік;

- монография;

- оқулықтар мен оқулық құралдары

- тезистер.

Білім және ғылым бөлімінің комитеті ұсынған жариялымдарда - әр түрлі салаларға байланысты журналдарға шығатын мақалаларды айтады. Мұндай жариялымдарға клесілерді жатқызуға болады:

Ғылыми конференция - бұл зерттеушілер (міндетті түрде ғалымдар немесе студенттер емес) өз жұмысын ұсынып, талқылайтын ғылыми қызметтің ұйымдастырылу түрі. Әдетте алдын-ала конференцияның тақырыбы, уақыты мен орны туралы есеп беріледі. Содан кейін баяндамалардың тезистері мен кейде ұйымдық жарналар жинағы басталады. Өз мәртебесі бойынша ғылыми конференция ғылыми семинар мен съезд арасында арнайы лауазымға ие.

H-индексі немесе Hirsch индексі - бастапқыда физиктердің ғылыми өнімділігін бағалау үшін Сан-Диегода Калифорния университетінің аргентиналық-американдық физик Хорхе Хирш ұсынған ғылымиметриялық көрсеткіші. Хирш индексі - бұл ғылыми басылымдардың саны мен осы басылымдардың санын негізге ала отырып, ғалымның, ғалымдардың, ғылыми ұйымның немесе тұтастай елдің өнімділігінің сандық сипаттамасы.

Индекс Хиршаны бақылаудың мынадай түрлері бар: scopus; j-core; томсон рейтерс; ринц; басқалар.

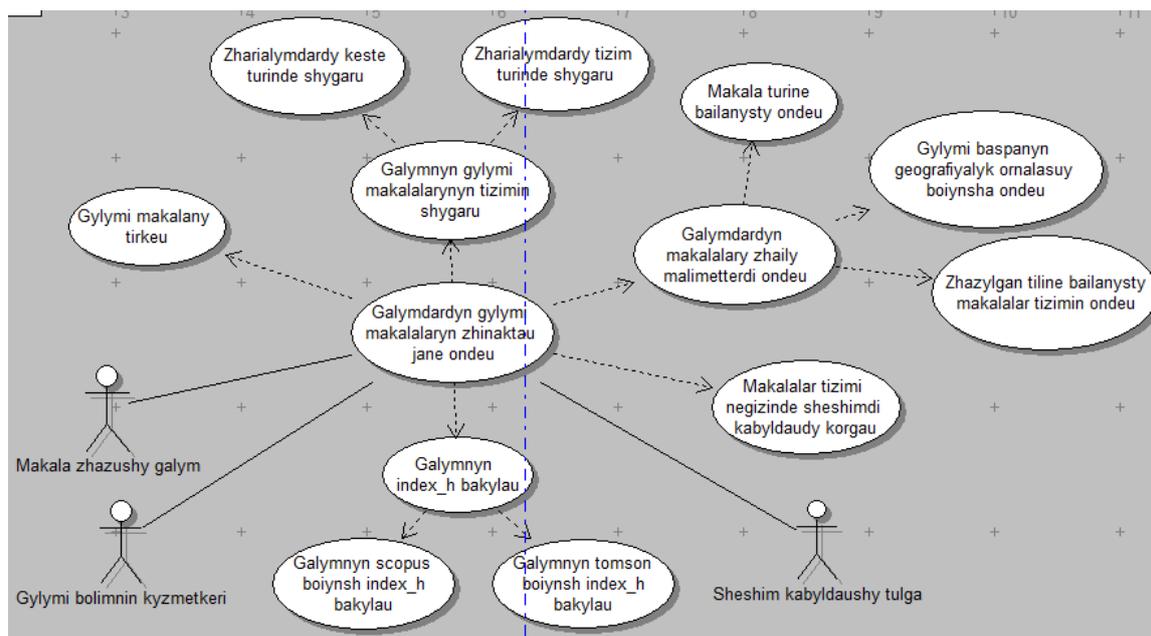
*Ғалымдардың ғылыми мақалаларын тіркеу және бақылау үдерістерін сипаттайтын диаграммалар*

Пайдалану нұсқаларының диаграммалары жүйенің қызмет етуінің бағытын немесе осы жүйе не істеу керектігін сипаттайды.

Сурет 1-де ғалымдардың ғылыми мақалаларын жинақтаудың және өңдеудің пайдалану нұсқасының диаграммасы көрсетілген.

Ғалымдардың ғылыми мақалаларын жинақтауды және өңдеуді сипаттайтын бизнес-үдерістер:

- ғылыми мақаланы тіркеу;
- ғалымның ғылыми мақалаларының тізімін шығару;
- жарияланымдарды тізім түрінде шығару;
- жарияланымдарды кесте түрінде шығару;
- ғалымдардың мақалалары жайлы мәліметтерді өңдеу;
- мақала түріне байланысты өңдеу;
- ғылыми баспаның географиялық орналасуы бойынша өңдеу;
- жазылған тіліне байланысты мақалалар тізімін өңдеу;
- мақалалар тізімі негізінде шешімді қабылдауды қорғау;
- ғалымның index\_h бақылау;
- ғалымның scopus бойынша index\_h бақылау;
- ғалымның томсон бойынша index\_h бақылау.



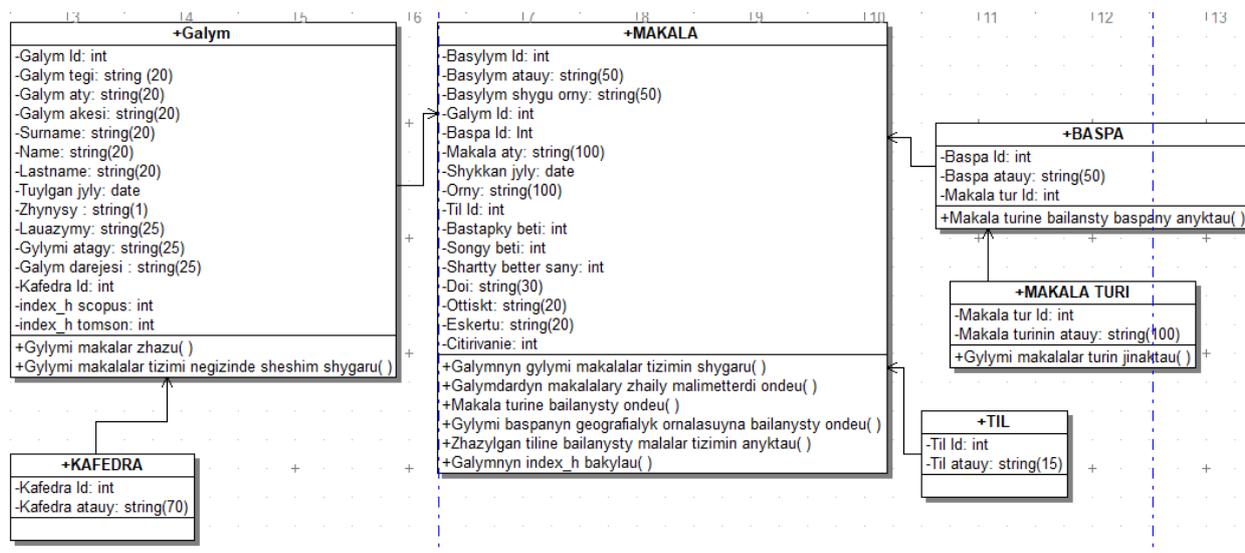
Сурет 1. Пайдалану нұсқаларының диаграммасы

Ғалымдардың ғылыми мақалаларын жинақтауды және өңдеуді орындайтын актерлер:

- мақала жазушы ғалым;
- ғылыми бөлімнің қызметкері;
- шешім қабылдаушы тұлға.

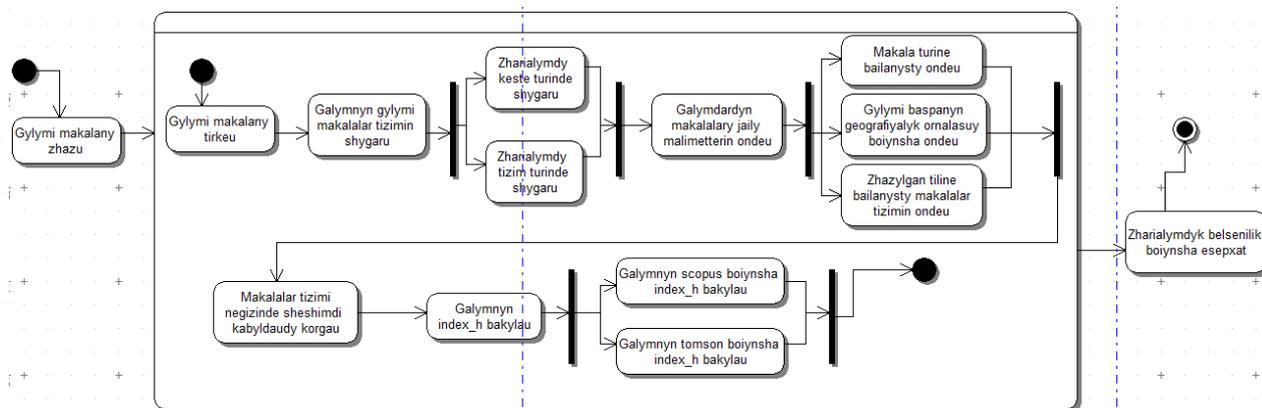
Ғалымдардың ғылыми мақалаларын жинақтау және өңдеу 6 классқа бөлінген болатын: мақала; ғалым; баспа; мақала түрі; тіл; кафедра.

Сурет 2-те класс диаграммасы көрсетілген.



Сурет 2. Класс диаграммасы

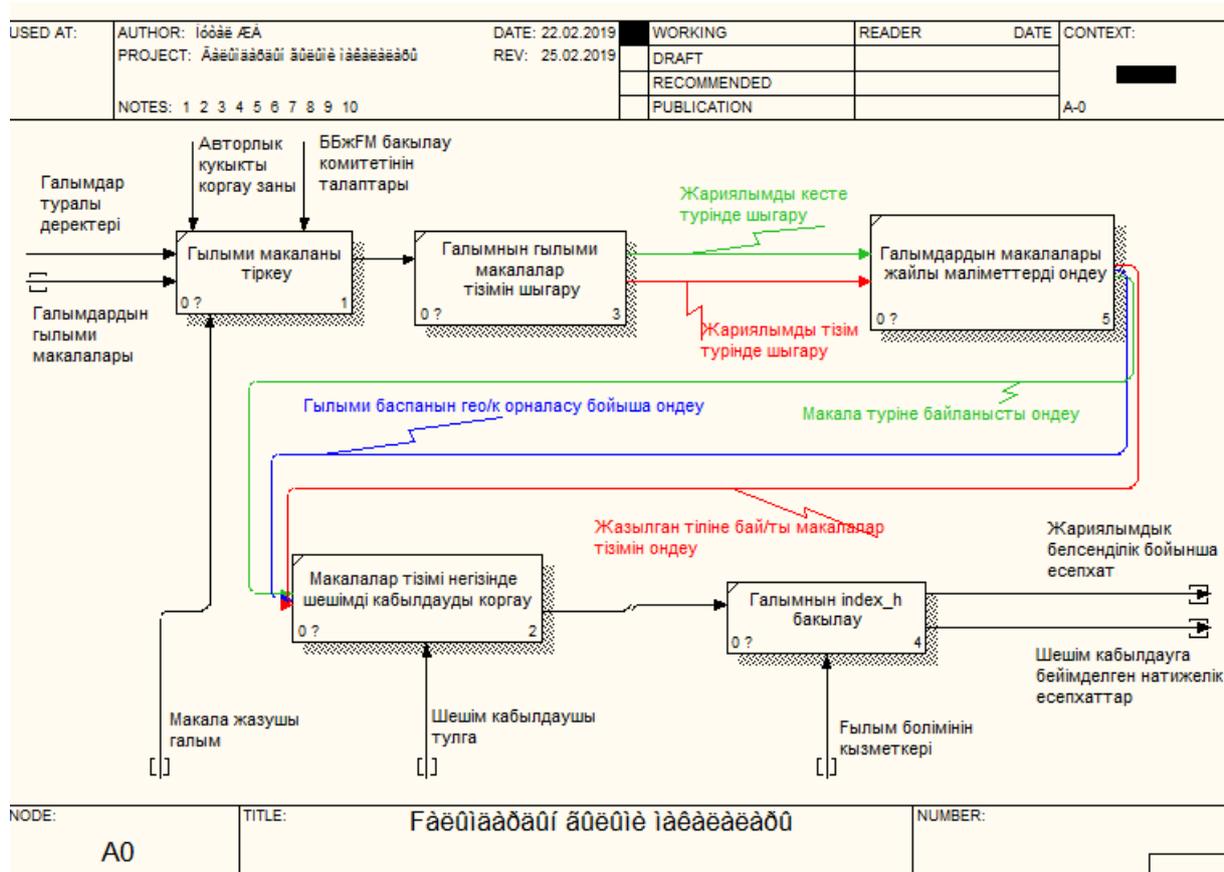
UML-дегі әрбір күйлер диаграммасы белгілі кластың бір данасының бүкіл ықтимал күйлерін және оның бір күйден басқа күйге өтуінің ықтимал тізбектіліктерін суреттейді. Күй диаграммалары көбінесе жеке объектілер әрекеттерін сипаттау үшін пайдаланылады. Сурет 3-те күй диаграммасы көрсетілген.



Сурет 3. Күй диаграммасы

Қызмет диаграммасы күй диаграммасының жеке жағдайы деп санауға болады. UML тілінде операцияларды орындау үдерістерін модельдеуде қызмет диаграммасы пайдаланылады. Онда қолданылған графикалық нотация күй диаграммасының нотациясына ұқсас, өйткені бұл диаграммаларда да күйлерді және өтулерді белгілеулер кездеседі. Қызмет диаграммасындағы әрбір күй қандай да бір элементар операцияларды орындауға сәйкес келеді, ал келесі күйге өту тек қана бұл операция аяқталғаннан кейін орындалады. Сурет 5-те қызмет диаграммасы көрсетілген.





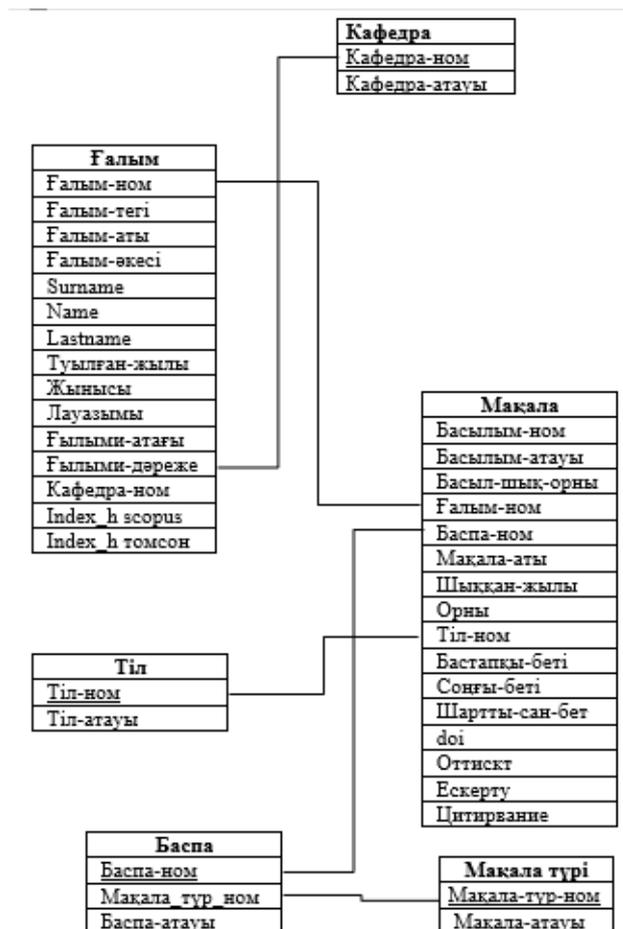
Сурет 5. Ғалымдардың ғылыми мақалаларын жинақтауға және өңдеуге арналған декомпозиция диаграммасы

Сонымен ғалымдардың ғылыми мақалаларын тіркеу және бақылау үдерісінің функционалдық үлгісі жасалынды.

### 2.3 Бағдарламалық құралдың ақпараттық қамтамасы

Ақпараттық қамтама – деректер базасын құрудың әдістемесі, ақпараттар ағыны, құжаттар айналымының техникалық-экономикалық ақпаратты кодтау және жіктеудің бірыңғай жүйесінің жиынтығы.

Объектік мәндерді таңдап, атрибуттарды анықтап, объектік мән арасындағы байланыстар анализін жүргізген соң ER-диаграмма түрінде инфологиялық модель құрылады. Объектік мәндерді тіктөртбұрыш, байланыс – ромбтар. Сурет 6-те Реляционды деректер базасының логикалық схемасы көрсетілген.



Сурет 6. Реляционды деректер базасының логикалық схемасы

### Қорытынды

Ғылыми жұмыс, бірінші кезекте, қатаң жоспарланған іс-шаралар болып табылады. Кездейсоқ жаңалықтар ғылымда белгілі болғанымен, тек жоспарланған, жақсы жабдықталған ғылыми зерттеулер табиғат пен қоғамдағы объективті заңдарды табуға және терең түсінуге мүмкіндік береді. Болашақта түпнұсқа идеяны мақсатты өңдеуді жалғастыру үдерісі, нақтылау, модификациялау, зерттеудің алдыңғы сызбасының схемасын қосу.

### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1.Бурков В. Н., Белощицкий А. А., Гогунский В. Д. Параметры цитируемости научных публикаций в наукометрических базах данных //Управління розвитком складних систем. – 2013. – №. 15. – С. 134-139.
- 2.Тронин В. Г. Электронная научная библиотека в оценке эффективности научных исследований //Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2013. – №. 2 (62).
- 3.Ермаков С. Основы создания информационной системы обеспечения научных исследований в контексте единого образовательного пространства //Наука в олимпийском спорте. – 2005. – №. 2. – С. 117-127.

## БІРӨЛШЕМДІ АЙЫРЫМДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІ ШЕШУ

Айқын емес сұлбалардың ерекшелігін сақтайтын және стационар шешімге жинақталудың жоғарғы жылдамдығын қамтамасыз ететін шекаралық шарттар ұсынылғанымен, бүгінде, құйын үшін шекаралық шарт мәселесі актуалды болып қалып отыр.

Екіөлшемді, үшөлшемді есептерге сандық шешу әдістерін қолдану үшін олардың әртүрлі орнықтылық, жинақтылық сияқты математикалық сұрақтарын зерттеу кезінде бірөлшемді жағдай үшін алынған әдістемелік нәтижелерге жиі сүйенеміз. Яғни, бірөлшемді айырымдық теңдеулерді зерттеу де сандық математика үшін актуалды проблемалардың бірі болып табылады.

Сызықты айырымдық сұлбалар теориясына, яғни айырымдық сұлбалардың аппроксимациясы және оның реті, орнықтылығы, жинақтылығы сияқты қасиеттерін зерттеуге А.А.Самарский [1], В.Б.Андреев [2], Е.С.Николаев, Г.И. Марчук, Н.Н. Яненко, Ю.И. Шокин және басқа да математиктердің еңбектері арналған. Навье-Стокс теңдеулерін шешуде Ш.С. Смағұлов, Н.Т. Данаев, Н.М. Темірбеков сынды атақты қазақстандық ғалымдар өз шәкірттерімен бірге зор үлес қосты [3-5].

$D = \{0 \leq x \leq 1\}$  облысында сығылмайтын сұйықтар үшін келесі түрдегі стационар теңдеулер жүйесін қарастырамыз [1]:

$$\omega_{xx} = f(x), \tag{1}$$

$$\psi_{xx} = \omega, 0 < x < 1, \tag{2}$$

$$x = 0, 1 \text{ болғандағы } \psi = \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0, \tag{3}$$

шекаралық шартымен берілген.

$\overline{D}_h = \{x_k = kh, k = \overline{0, N}\}$  торлы облысында (2.1.1), (2.1.2) теңдеулерді аппроксимациялау үшін сығылмайтын сұйықтар үшін келесі түрдегі бірөлшемді айырымдық есепті қарастырамыз[2]:

$$\omega_{xx,k}^- = f_k, \tag{4}$$

$$\psi_{xx,k}^- = \omega_k, k = \overline{1, N-1}, \tag{5}$$

$$\psi_0 = \psi_N = 0,$$

құйын функциясы үшін шекаралық шарттар Вудс формуласы бойынша алынды.

$$\omega_0 + \frac{1}{2}\omega_1 = \frac{3}{h}\psi_{x,0}, \quad \omega_N + \frac{1}{2}\omega_{N-1} = -\frac{3}{h}\psi_{x,N}. \quad (6)$$

(4)-(6) айырымдық есебі үшін келесі түрдегі айқын емес итерациялық алгоритмді қарастырамыз:

$$\frac{\omega_k^{n+1} - \omega_k^n}{\tau} = \omega_{xx,k}^{n+1} + f_k, \quad (7)$$

$$\psi_{xx,k}^{n+1} = \omega_k^{n+1}, \quad k = \overline{1, N-1}, \quad (8)$$

$$\psi_0^{n+1} = \psi_N^{n+1} = 0, \quad \psi_k^0 = \psi_0(kh), \quad k = \overline{0, N}, \quad (9)$$

$$\omega_0^{n+1} + \frac{1}{2}\omega_1^{n+1} = \frac{3}{h}\psi_{x,0}^n, \quad \omega_N^{n+1} + \frac{1}{2}\omega_{N-1}^{n+1} = -\frac{3}{h}\psi_{x,N}^n. \quad (10)$$

Теорема.  $1 - \frac{2\tau}{h^2} \geq 0$  шарты орындалғанда (7)-(10) айқын емес алгоритмнің итерациялары (4)-(6) шешіміне  $q = \frac{1}{1 + \frac{11\tau\delta_0}{6}} < 1$  геометриялық прогрессия

жылдамдығы бойынша жинақталады және

$$n_0(\varepsilon) \approx o\left(\frac{1}{h^2}\right) \ln \frac{1}{\varepsilon}.$$

(7)-(10) айқын емес итерациялық сұлбаны сандық жүзеге асыру алгоритмін келесі қадамдар түрінде келтіреміз:

1 қадам. (7) теңдеуінен және (10) Вудс шекаралық шарттарынан қуалау алгоритмі арқылы құйын функциясының  $\omega_k^{n+1}$  мәндерін табамыз. (7), (10) теңдеуін үшнүктелі жүйе түрінде жазамыз және қуалау әдісі орнықтылығының жеткілікті шартының орындалуын тексереміз. Үшнүктелі жүйе мынадай болады:

$$\omega_0^{n+1} + \frac{1}{2}\omega_1^{n+1} = \frac{3}{h^2}(\psi_1^n - \psi_0^n), \quad k = 0,$$

$$\frac{\tau}{h^2}\omega_{k+1}^{n+1} - (1 + \frac{2\tau}{h^2})\omega_k^{n+1} + \frac{\tau}{h^2}\omega_{k-1}^{n+1} = -\omega_k^n - f_k, \quad k = \overline{1, N-1},$$

$$\omega_N^{n+1} + \frac{1}{2}\omega_{N-1}^{n+1} = -\frac{3}{h^2}(\psi_N^n - \psi_{N-1}^n), \quad k = N.$$

Бұл жағдайда қуалау әдісінің формулалары төмендегідей болады:

$$\omega_k^{n+1} = \alpha_{k+1}\omega_{k+1}^{n+1} + \beta_{k+1}, \quad k = \overline{1, N-1},$$

$$\omega_N^{n+1} = \frac{\frac{3}{h^2} \psi_{N-1}^n - \frac{1}{2} \beta_N}{1 + \frac{1}{2} \alpha_N} \cdot 0.$$

$$\alpha_{k+1} = \frac{\frac{\tau}{h^2}}{(1 + \frac{2\tau}{h^2}) - \frac{\tau}{h^2} \alpha_k}, \quad \alpha_1 = -\frac{1}{2},$$

$$\beta_{k+1} = \frac{\frac{\tau}{h^2} \beta_k + f_k}{(1 + \frac{2\tau}{h^2}) + \frac{\tau}{h^2} \alpha_k}, \quad k = \overline{1, N-1}, \quad \beta_1 = \frac{3}{h^2} \psi_1^n, \quad f_k = -(\omega_k^{n+1} + \mathcal{G}_k).$$

Қуалау коэффициенттері  $a_k = \frac{\tau}{h^2}$ ,  $b_k = \frac{\tau}{h^2}$ ,  $c_k = 1 + \frac{2\tau}{h^2}$  оң жақ қуалау алгоритмінің орнықтылық және туралылық шарттарын қанағаттандырады.

2 қадам.  $\omega_k^{n+1}$  құйын функциясының мәндері бойынша (1 қадам), (8) және (9) теңдеулерінен оң жақ қуалау алгоритмі көмегімен ағын функциясының  $\psi_k^{n+1}$  мәндерін табамыз. (8), (9) теңдеулерін үшнүктелі жүйе түрінде жазамыз және қуалау әдісі орнықтылығының жеткілікті шартының орындалуын тексереміз. Үшнүктелі жүйе мынадай болады:

$$\psi_0^{n+1} = 0, \quad k = 0,$$

$$\frac{1}{h^2} \psi_{k+1}^{n+1} - \frac{2}{h^2} \psi_k^{n+1} + \frac{1}{h^2} \psi_{k-1}^{n+1} = \omega_k^{n+1}, \quad k = \overline{1, N-1},$$

$$\psi_N^{n+1} = 0, \quad k = N.$$

Бұл жағдайда қуалау әдісінің формулалары төмендегідей болады:

$$\psi_k^{n+1} = \alpha_{k+1} \psi_{k+1}^{n+1} + \beta_{k+1}, \quad k = \overline{1, N-1},$$

$$\psi_N^{n+1} = 0.$$

$$\alpha_{k+1} = \frac{\frac{1}{h^2}}{\frac{2}{h^2} - \frac{1}{h^2} \alpha_k}, \quad \alpha_1 = 0,$$

$$\beta_{k+1} = \frac{\frac{1}{h^2} \beta_k + f_k}{\frac{2}{h^2} - \frac{1}{h^2} \alpha_k}, \quad k = \overline{1, N-1}, \quad \beta_1 = 0, \quad f_k = -\omega_k^{n+1}.$$

Бұл мақалада бірөлшемді шекаралық есепті аппроксимациялау арқылы алынған айырымдық сұлбаны сұлбаны сандық жүзеге асыру алгоритмі қарастырылған.

Жұмыста алынған нәтижені берілген проблема бойынша теориялық зерттеулер жүргізу үшін қолдануға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1983.-616 с.
2. Самарский А.А., Андреев В.Б. Разностные методы решения эллиптических уравнений. – М.: Наука, 1976. – 352 с.
3. Смагулов Ш.С., Данаев Н.Т., Темирбеков Н.М. Моделирование краевых условий для давления и полного напора в задачах гидродинамики с помощью метода фиктивных областей // ДАН России. – 2000. – Т. 374, № 5. – С. 333-335.
4. Danaev N.T., Ahmed-Zaki D., Amenova F.S. About convergence for finite difference equations of incompressible fluid with boundary conditions by Woods formulae // 4th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH), 28-30 august. - Vienna, 2014. –P.413-420.
5. Аменова Ф.С., Мұхаметқалиев Е. Бірөлшемді айырымдық есептің математикалық сұрақтары // Аманжолов оқулары – 2017: Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. – Өскемен, 2017. - 281-286 бет.

## БІРТЕКСІЗ ОРТОТРОПТЫ КЕУЕКТІ ОРТАЛАРДА СҰЙЫҚТЫҚТЫ СҮЗГІЛЕУДІ ҮЛГІЛЕУ

Зерттеу жұмысы біртекті емес ортотропты кеуекті ортада бір фазалы сұйықтықтың қозғалу процесін моделдеуге арналған.

Зерттеудің өзектілігі, бірінші кезекте, кен орындарын игеру кезінде мұнай қабаттарында өтетін процестерді болжау мүмкіндігімен байланысты [1-5]. Дегенмен, көптеген жұмыстар орта біртекті және изотропты болып табылады деп қарапайым болжамдар енгізіледі. Осы ортаның ерекшеліктерін елемеу модельдеу нәтижелеріне айтарлықтай әсер етуі мүмкін, бұл өз кезегінде мұнай беру көрсеткіштерін төмендетуі мүмкін. Бұл жұмыста диагональды тензор түрінде өткізгіштік коэффициентімен сүзу процесін модельдеу, ал кеуектілігі – нақты кен орындарының мәндеріне жақын қысымның функциясы түрінде жүргізіледі. Бұл тапсырманы қоюды, сондай-ақ оның сандық шешімін едәуір қиындатады.

Жұмыстың мақсаты – біртекті емес ортотропты кеуекті ортада бір фазалы сұйықтықтың қозғалыс моделін сандық іске асыру үшін алгоритмдерді әзірлеу.

Жұмыста қарастырылатын есептің өзектілігі, бірінші кезекте, аномалды мұнайдың кен орындарын жасау теориясындағы қолдануларымен байланысты. Мұндай есептер өткізгіштігі төмен және аса төмен коллекторларды өңдеуге, газ кен орнын жасауда, ньютондық емес, тұтқыр пластикалық сұйықтықтардың қозғалысын зерттеуде пайдаланылады.

Бұл жұмыста анизотропты ортада сұйықтықтың қозғалысын сипаттайтын модельді жүзеге асырудың екі сандық әдісінің сапалық қасиеттері зерттелді, айырымдық сұлбалардың орнықтылығы және жинақтылығы сандық түрде негізделді. Аталған физикалық үрдісті бейнелейтін графиктер алынды.

Есептің қойылымы.

Тікбұрышты екі өлшемді облыста бір фазалы және гравитациялық күштерді ескермейін  $L$  сұйықтығының біртекті кеуектік ортада қозғалысын қарастырайық. Бұл физикалық үрдіс келесі теңдеулермен сипатталады:

1. үзіліссіздік теңдеуі:

$$\varphi \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = q \quad (1)$$

мұндағы:

$\varphi$ -кеуектілік;

$\rho$ -сұйықтықтың тығыздығы;

$\vec{u} = (u_x - u_y)$ - сұйықтықтың қозғалу жылдамдығы;

$u_x, u_y$ -жылдамдық векторының компоненттері;

q-қозғалыс көзі (мысалы, ұңғыма);

2. сызықты Дарси заңымен сипатталатын қозғалыс теңдеуі:

$$u_x = -\frac{k_x}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (2)$$

$$u_y = -\frac{k_y}{\mu} \frac{\partial p}{\partial y} \quad (3)$$

мұндағы:

$\rho$ -сұйықтықтың қысымы;

$\mu$ -тұтқырлығы;

$K$ -ортаның абсолют өткізгіштігі;

Изотропты ортада  $K$  шамасын тұрақты етіп қабылдауға болады, ал анизотропты ортада  $K$ -екінші рангты симметриялы сызықты ортогоналды тензор болады:

$$K = \begin{pmatrix} k_x & 0 \\ 0 & k_y \end{pmatrix} \quad (4)$$

3. сұйықтықтың күйі теңдеуі:

$$\rho(p) = \rho_0(1 + \beta(p - p_0)) \quad (5)$$

мұндағы:

$\beta = \frac{\partial \rho}{\partial p}$  – сұйықтықтың қысылғыштық коэффициенті;

$p_0$  және  $\rho_0$  – сұйықтықтың бастапқы қысымы және тығыздығы;

Бұл есептің негізгі белгісізі – сұйықтықтың қысымы. Қалған белгісіздер қысым арқылы өрнектеліп табылады.

Физикалық үрдіс туралы қосымша пайымдаулар жасайық. Айталық,  $L$ –сығылмайтын және біртекті сұйықтықтың болсын, яғни  $\rho = const$ . Онда тікелей есептеулер арқылы  $\beta = 0$ ,  $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$  болатындығына көз жеткізуге болады.

Жоғарыдағы пайымдауларды ескеріп, (8) үзіліссіздік теңдеуі келесі түрге ие болады:

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} = 0 \quad (6)$$

Енді (8)-(12) теңдеулерін есептеуі ыңғайлы түрге келтіріп алайық. Ол үшін (9) және (10) теңдеулерін (8) үзіліссіздік теңдеуіне апарып қоялық:

$$-\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{k_x}{\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{k_y}{\mu} \frac{\partial p}{\partial y} \right) = f \quad (7)$$

Облыстың шекарасында екінші текті шекаралық шарттар берілсін:

$$p|_{\Gamma} = \gamma.$$

(7) теңдеуін өлшемсіз түрге келтіру нәтижесінде, келесідей түрге келтіріледі.

$$-\frac{\partial}{\partial x^*} \left( \frac{k_x^* \partial p^*}{\mu^* \partial x^*} \right) - \frac{\partial}{\partial y^*} \left( \frac{k_y^* \partial p^*}{\mu^* \partial y^*} \right) = v f \quad (8)$$

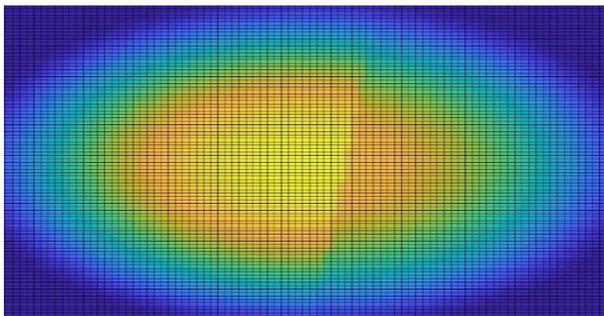
Жоғарыда келтірілген (8) теңдеуін жүзеге асыру мақсатында Зейдель және айнымалы бағыттар итерациялық алгоритмдері пайдаланылды. Итерациялық үрдістер  $10^{-8}$  дәлдікке дейін жүргізілді. Тор қадамы ретінде  $h = 1/100$  және  $h = 1/50$  мәндері алынды.

Бірінші есептеу тәжірибесінде  $k_x^*$  және  $k_y^*$  келесі түрде қабылданып, Зейдель әдісі пайдаланылды:

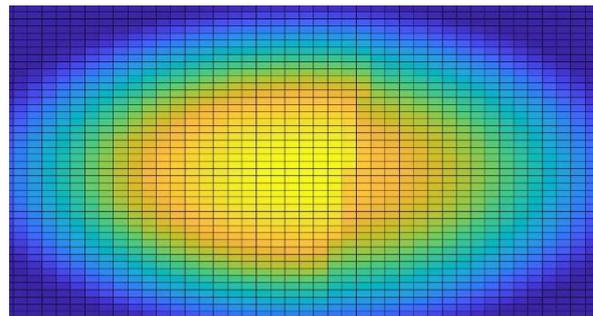
$$k_x = \begin{cases} 3 * 10^{-12} \text{ м}^2, & \text{егер } y < -10 * x + 5 \\ 7 * 10^{-12} \text{ м}^2, & \text{егер } y > -10 * x + 5 \end{cases}$$

$$k_y = \begin{cases} 5 * 10^{-12} \text{ м}^2, & \text{егер } y < -10 * x + 5 \\ 10^{-12} \text{ м}^2, & \text{егер } y > -10 * x + 5 \end{cases}$$

Есептеу іс-тәжірибелерінің нәтижелері 1 және 2 суреттерде келтірілген. Бұл нәтижеден  $y = -10 * x + 5$  түзуінен өткенде қысымның таралуы күрт төмендегенін көруге болады.



Сурет 1.  $h=1/100$  болғандағы Зейдель әдісінің нәтижесі



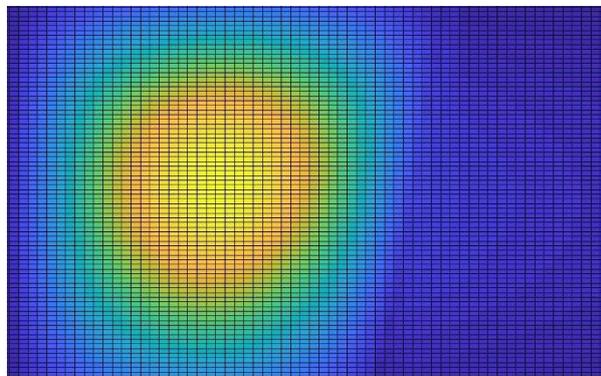
Сурет 2.  $h=1/50$  болғандағы зейдель әдісінің нәтижесі

Екінші есептеу тәжірибесінде  $k_x^*$  және  $k_y^*$  келесі түрде қабылданып, айнымалы бағыттар әдісі пайдаланылды:

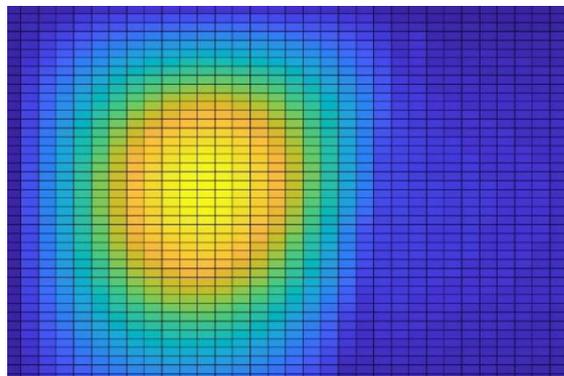
$$k_x = \begin{cases} 1 * 10^{-12} \text{ м}^2, & \text{егер } y < -10 * x + 5 \\ 7 * 10^{-14} \text{ м}^2, & \text{егер } y > -10 * x + 5 \end{cases}$$

$$k_y = \begin{cases} 5 * 10^{-12} \text{ м}^2, & \text{егер } y < -10 * x + 5 \\ 2 * 10^{-14} \text{ м}^2, & \text{егер } y > -10 * x + 5 \end{cases}$$

Есептеу іс-тәжірибелерінің нәтижелері 3 және 4 суреттерде келтірілген.



Сурет 3.  $h=1/100$  болғандағы айнымалы бағыттар әдісінің нәтижесі



Сурет 4.  $h=1/50$  болғандағы айнымалы бағыттар әдісінің нәтижесі

Айнымалы бағыттар әдісі бойынша жүргізілген итерациялар саны Зейдель әдісіне карағанда 1,8 есе аз болды.

Сонымен, бұл жұмыста анизотропты ортада сұйықтықтың қозғалысын сипаттайтын модельді жүзеге асырудың екі итерациялық әдісі зерттелді. Алынған нәтижелерді кеуекті ортадағы сұйықтықтың қозғалысын сипаттайтын одан да күрделі модельдерді жүзеге асыруда пайдалануға болады.

#### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Ахметсафина А.Р., Миннихметов И.Р., Пергамент А.Х. Фильтрация в анизотропной трещиноватой среде // Вестник ЦКР Роснедра. – 2010. - №3 . – С. 36-52.

2 Ажиханов Н.Т. Некоторые вопросы исследования фильтрации жидкости в анизотропной пористой среде // Современные проблемы науки и образования. – 2008. – № 3 – С. 122-127.

3. Толпаев, В. А. Математические модели двумерной фильтрации в анизотропных, неоднородных и многослойных средах. - Автореферат диссертации на соискание степени доктора физико-математических наук. – 2004. – 102 с.

4. Ажиханов Н.Т. Моделирование фильтрации жидкости в анизотропной среде с учетом наряженно-деформируемого состояния // Современные проблемы науки и образования. – 2009. - № 1. – С. 46-52.

5. Каневкая Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов. – М.: Наука, 2002. – 400 с.

## СРАВНЕНИЕ ИТЕРАЦИОННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ НЕРАВНОВЕСНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

Физические процессы, протекающие в пористой среде для двухфазной жидкости, нелинейным образом зависят от свойств пористой среды и жидкостей. Одним из таких эффектов является эффект запаздывания установления насыщенностей, который наблюдается в микронеоднородных трещиноватых породах [1].

Теория Маскета-Левретта основана на предположении о локальном равновесии, согласно которому относительные фазовые проницаемости и капиллярное давление могут быть выражены через функции, зависящие от локальной насыщенности. Предположение о локальном равновесии, на котором основана теория Маскета-Левретта, допустимо, если насыщенность не меняется заметным образом на расстояниях порядка размера поровых каналов. В действительности это не всегда так, и неравновесные эффекты должны быть учтены в модели [2].

В настоящей работе предлагаются результаты численного анализа итерационных методов решения уравнения для давления в задаче двухфазной неравновесной фильтрации на основе метода конечных элементов.

В работе [3] проведено сравнение четырех классов итерационных методов для решения систем линейных алгебраических уравнений, возникающих при решении дифференциальных уравнений эллиптического типа: простые итерационные методы (методы релаксации, метод Якоби), схемы неполной факторизации (неполное разложение Холецкого, неполное LU разложение), методы Крыловского типа (метод сопряженных градиентов, CGS, GMRES, QMR, метод бисопряженных градиентов, стабилизированный метод бисопряженных градиентов) и многосеточные методы. Анализ показал, что при числе уравнений менее 500 наилучшую скорость сходимости имеют методы неполной факторизации, при числе уравнений порядка 10000 – методы Крыловского типа, а при числе уравнений более 20000 – многосеточные методы.

Из методов Крыловского типа наиболее часто применяется стабилизированный метод бисопряженных градиентов, так как он имеет более быструю сходимость.

В работе [4] исследуются ортогональные и вариационные свойства методов Крыловского типа. Предложены методы бисопряженных невязок, сдвоенных бисопряженных невязок и стабилизированных сопряженных невязок.

В работе [5] проведен анализ эффективности стабилизированного метода бисопряженных градиентов с ILU и многосеточных предобуславливанием при решении уравнений Пуассона и Гельмгольца.

В работе [6] предложен параллельный метод для решения уравнения Пуассона на основе стабилизированного метода бисопряженных градиентов.

Приведем постановку задачи. В квадрате  $\Omega = [0,1] \times [0,1]$  с границей  $\Gamma$  рассматривается модель двухфазной неравновесной фильтрации несжимаемой жидкости, которая описывается уравнением неразрывности, записанным для фаз воды и нефти:

$$\bar{m}(x) \frac{\partial s_w}{\partial t} + \nabla \cdot \bar{u}_w = q_w, \quad (1)$$

$$\bar{m}(x) \frac{\partial s_o}{\partial t} + \nabla \cdot \bar{u}_o = q_o; \quad (2)$$

уравнением движения, которое выражено линейным законом Дарси:

$$\bar{u}_\alpha = - \frac{K k_\alpha(\eta)}{\mu_\alpha} \nabla p_\alpha; \quad (3)$$

соотношением для капиллярных давлений (разность давлений на границе раздела фаз):

$$p_o - p_w = p_c; \quad (4)$$

соотношением между эффективной и истинной насыщенностями:

$$\bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial \eta}{\partial t} + \eta = \bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial s_w}{\partial t} + s_w; \quad (5)$$

уравнением баланса насыщенностей:

$$s_w + s_o = 1, \quad (6)$$

где индексы  $w, o$  обозначают фазы воды и нефти;  $s_\alpha$  и  $\eta_\alpha$  – истинная и эффективная насыщенность фазы  $\alpha$ ;  $\bar{u}_\alpha$  – скорость фильтрации фазы  $\alpha$ ;  $\bar{m}(x)$  – пористость;  $K$  – абсолютная проницаемость;  $k_\alpha(\eta)$  – относительная фазовая проницаемость фазы  $\alpha$ ;  $\mu_\alpha$  и  $\nu_\alpha$  – динамическая и кинематическая вязкость фазы  $\alpha$ ;  $p_\alpha$  – давление фазы  $\alpha$ ;  $p_c$  – капиллярное давление;  $x = (x_1, x_2) \in \Omega$ .

Предполагается, что вытесняющий агент нагнетается через скважину, расположенную на левой границе области; на правой границе расположена добывающая скважина. Верхняя и нижняя границы считаются непроницаемыми. В этом случае для давления можно определить следующие граничные условия:

$$\begin{aligned} p_o = P, x \in \Gamma_i; p_o = 0, x \in \Gamma_p, \\ \nabla p_o \cdot \bar{n} = 0, x \in \Gamma_n. \end{aligned} \quad (7)$$

Уравнения для истинной и эффективной насыщенностей дополняются следующими начальными условиями:

$$s_w|_{t=0} = S_0, \eta|_{t=0} = S_0. \quad (8)$$

Следуя работе [1], исходная система уравнений (1)-(6) может быть сведена к следующей системе относительно давления нефти  $p \equiv p_o$ , насыщенности воды  $s \equiv s_w$  и эффективной насыщенности  $\eta$ :

$$\nabla \cdot (k \nabla p) = -f, \quad (9)$$

$$\bar{m}(x) \frac{\partial s}{\partial t} - \nabla \cdot (\gamma \nabla p) + \nabla \cdot (\gamma \nabla p_c) = 0, \quad (10)$$

$$\bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial \eta}{\partial t} + \eta = \bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial s}{\partial t} + s \quad (11)$$

с начальными и граничными условиями

$$s|_{t=0} = S_0, \eta|_{t=0} = S_0, \quad (12)$$

$$p = P, x \in \Gamma_i; p = 0, x \in \Gamma_p, \quad (13)$$

$$\nabla p_o \cdot \vec{n} = 0, x \in \Gamma_n,$$

где  $k = K \sum_{\alpha=w,o} \frac{k_\alpha(\eta)}{\mu_\alpha}$ ,  $\gamma = \frac{Kk_w(\eta)}{\mu_w}$ ,  $f = -\nabla \cdot \left( \frac{Kk_w(\eta)}{\mu_w} \nabla p_c \right)$ .

Обобщенным решением задачи (9)-(13) назовем функции  $p$ ,  $s$ ,  $\eta$ , удовлетворяющие интегральным тождествам

$$\int_{\Omega} k(x) \nabla p \cdot \nabla v dx = \int_{\Omega} f v dx, \quad (14)$$

$$\int_{\Omega} \bar{m}(x) \frac{\partial s}{\partial t} v dx + \int_{\Omega} \gamma(x) \nabla p \cdot \nabla v dx - \int_{\Omega} \gamma(x) \nabla p_c \cdot \nabla v dx = \int_{\Omega} q v dx, \quad (15)$$

$$\int_{\Omega} \bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial \eta}{\partial t} v dx + \int_{\Omega} \eta v dx = \int_{\Omega} \bar{\tau}(x) \nu(x) \frac{\partial s}{\partial t} v dx + \int_{\Omega} s v dx, \quad (16)$$

где  $v \in C_0^1[0,1]$  – пробная функция, удовлетворяющая условиям

$$v = 0 \text{ при } x \in \Gamma_i \text{ и } x \in \Gamma_p, \quad (17)$$

Разобьем область  $\Omega$  на конечные элементы  $e_i$ ,  $i = \overline{1, 2(n+1)^2}$ , показанные на Рисунке 1.

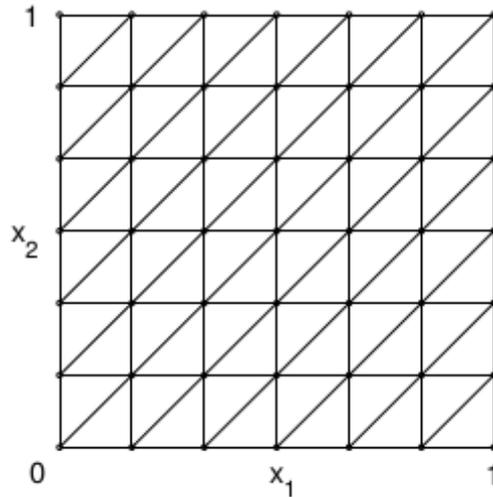


Рисунок 1 - Расчетная область

Приближенное решение задачи будем искать как функции  $p^h$ ,  $s^h$ ,  $\eta^h$ , непрерывные в области  $\Omega$  и линейные на каждом элементе  $e_i$ , причем

$$p^h = P, x \in \Gamma_i; p^h = 0, x \in \Gamma_p,$$

$$\nabla p^h \cdot \vec{n} = 0, x \in \Gamma_n.$$

Функцию  $p^h$  можно однозначно представить в виде

$$p^h(x) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n p_{ij}^h \varphi_{ij}(x), \quad (18)$$

где  $p_{ij}^h = p^h(x_{ij})$ . В результате получим систему линейных алгебраических уравнений:

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n a_{ij} p_{ij}^h = b_{ij}, \quad (19)$$

где

$$a_{ij} = \int_{\Omega} k(x) \nabla \varphi_{ij} \cdot \nabla \varphi_{ij} dx, \quad (20)$$

$$b_{ij} = \int_{\Omega} f \varphi_{ij} dx. \quad (21)$$

В работе вычислены коэффициенты  $a_{ij}$  в зависимости от расположения конечного элемента. Для решения полученной системы уравнений применен стабилизированный метод бисопряженных градиентов. Выбраны В таблице представлены результаты вычислительных экспериментов с различными предобуславливателями.

Таблица 1 – Сравнительный анализ

Предобуславливатель	50 элементов		100 элементов		200 элементов	
	Кол-во итераций	Ошибка	Кол-во итераций	Ошибка	Кол-во итераций	Ошибка
Диагональный предобуславливатель	105	$2.027 \cdot 10^{-16}$	200	$1.912 \cdot 10^{-16}$	245	$8.463 \cdot 10^{-17}$
Неполная LU-факторизация	4	$1.091 \cdot 10^{-16}$	8	$3.113 \cdot 10^{-17}$	16	$2.697 \cdot 10^{-17}$

Из результатов вычислительных экспериментов следует, что неполная LU-факторизация, выбранная в качестве предобуславливателя, является наиболее эффективной. При разбиении области на 200 элементов требуется 16 итераций на вычисление одного временного слоя, это 15 раз меньше при использовании диагонального предобуславливателя. Следует отметить, что при уменьшении количества элементов количество требуемых итераций для достижения точности  $10^{-17}$  уменьшается в порядке геометрической прогрессии.

Таким образом, в работе исследованы итерационные методы решения уравнения для давления в задаче двухфазной неравновесной фильтрации. Результаты исследований могут быть обобщены для решения данной задачи в произвольных областях.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Ермагамбетов Т. К. Разрешимость и численное исследование модели неравновесной фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости с обобщенным законом неравновесности. – дис. ... канд. физ.-мат. – Алматы, 2010. – 104 с.

2 Ахтареев А. А. Неравновесная модель фильтрации жидкости в ненасыщенной пористой среде. – Дис. ... канд. физ.-мат. – Казань, 2011. – 134 с.

3 Norris S. E. A Parallel Navier-Stokes for natural convection and free-surface flow. – Phd Thesis. – 2000. – 148 p.

4 Ильин В. П. Методы бисопряженных направлений в подпространствах Крылова // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2008. – Т. 11, № 4. – С. 47-60.

5 Марчевский И. К., Пузикова В. В. Анализ эффективности итерационных методов решения систем линейных алгебраических уравнений // Математическое моделирование и численные методы. – 2014. - №4. – С. 37-52.

6 Игнатьев А. А., Затевахин М. А. Параллельный метод для решения уравнения Пуассона // Параллельные вычислительные технологии: Труды международной научной конференции ПаВТ-2019, Нижний Новгород, 30 марта-3 апреля 2009 г. – Нижний Новгород, 2009. – С. 491-495.

## SMART-СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ВОДЫ В ЖИЛОЕ ПОМЕЩЕНИЕ

В сети можно найти несколько определений терминов: «Умный дом», «Smart дом», «Smart House», «Clever House», «Интеллектуальный дом».

Умный дом — дом, оборудованный современными системами автоматизации и управления работой различных систем. Под системой «smart house» понимается такая система, которая самостоятельно может обеспечивать высокую комфортность проживания и высокую эффективность использования ресурсов.

В настоящее время происходит бум развития технологии «Умный дом», все больше современных технологических решений по управлению приборами и оборудованием появляется в наших домах. Умнее становятся самые обычные бытовые приборы: холодильники, кондиционеры, печки, телевизоры. Появляются дополнительные интеллектуальные функции у самых обычных приборов. Система «Умный дом» – это комплексная система оборудования и устройств, посредством которых осуществляется эффективное и слаженное управление всеми параметрами. Именно поэтому миллионы людей по всему миру уже отдали предпочтение проектированию интеллектуального жилища и остались довольны.

Общее решение для управления домом по технологии «Smart House» реализуется несколькими способами. Можно выделить два способа построения системы: на основе использования отдельного компьютера, выполняющего роль сервера, и на основе использования отдельных контроллеров, управляющих отдельными элементами и оборудованием. Обе эти технологии построения «Умного дома» позволяют выполнять управление дистанционно с использованием GSM каналов связи и каналов связи по сети Интернет [1].

Технологии умного дома постоянно развиваются, сегодня эти системы управляют следующими подсистемами: безопасность, контроль доступа, наблюдение, климат, водоснабжение, теплоснабжение, электроснабжение. Подробнее рассмотрим особенности системы водоснабжения технологии «Smart House». Не секрет, что большинство жилых помещений имеют не надёжную систему водоснабжения, которая не соответствует современным требованиям и стандартам. Кроме того, такое водоснабжение заставляет постояльцев дома выполнять целый ряд операций, которые отнимают время.

Технологии умного дома позволяют эффективно и надёжно решать задачи управления системой водоснабжения дома. Управление водой и водоснабжением является важной функцией общей системы Smart House. Smart устройство управления системой водоснабжением дома и защиты от аварийных ситуаций позволяет эффективно осуществлять управление подачей воды в дом, контролировать работу накопительной системы, выполнять контроль протекания воды в доме, выполнять аварийное отключение насосов системы

водоснабжения дома, выполнять аварийное отключение подачи воды, управлять запасами воды, информировать пользователя об отключениях подачи воды в дом, передавать информацию на устройства через GSM информатор.

Рассмотрим некоторые примеры вариантов использования системы «Умный дом» при использовании воды.

Автоматический полив (рисунок 1). Довольно часто, люди, имеющие приусадебный участок, не имеют возможности вовремя произвести полив, либо же переувлажняют почву в процессе. Достаточно установить умную систему водоснабжения. Автоматическое регулирование полива осуществляется за счет применения датчиков, которые запрограммированы на выполнение различных сценариев при отклонении тех или иных показателей: недостаточное увлажнение почвы, слишком высокая температура окружающей среды. В жаркий период можно настроить оборудование так, чтобы, полив почвы осуществлялся не только при отклонении показателей от номинального значения, но происходило включение полива в определенные часы утра или вечера. Настройка оборудования должна быть осуществлена так, чтобы происходило автоматическое отключение подачи воды в холодное время.

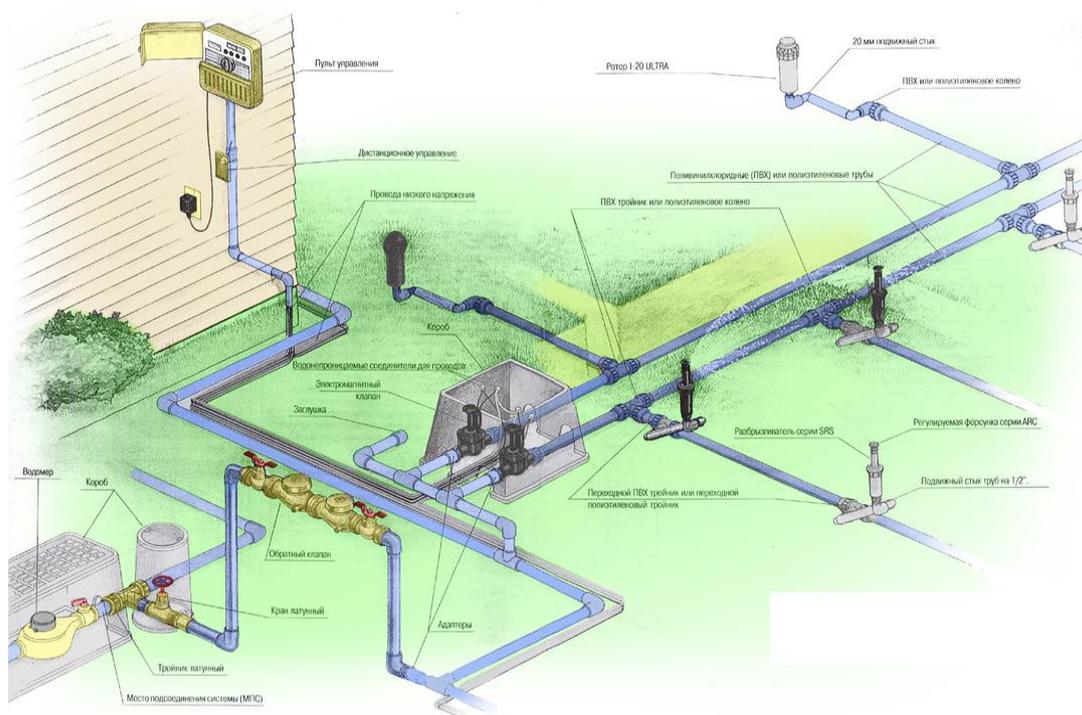


Рисунок 1. Общее представление о системе полива

Регулирование уровня воды. Настройка датчиков позволяет регулировать уровень воды в различных ёмкостях, например, бассейн. Включение насоса и долив воды происходит в зависимости от уровня воды, температуры окружающей среды, также возможна настройка долива в определенное время дня. [2]

Качество воды. В настоящее время многие регионы испытывают затруднения с использованием для питья качественной чистой воды, особенно это касается больших городов. Использование датчиков системы «Умный дом» позволяет контролировать содержание в воде вредных веществ и металлов. Своевременное предупреждение о повышении допустимых норм позволит сохранить здоровье. [3]

Учет расходуемой воды. Система автоматически посчитает расходы потребляемой воды за единицу времени и выдаст отчет по оптимизации расходов.

Протечка воды. Данный пункт, как никакой другой, отражает все преимущества использования системы «Умный дом». Установка датчиков системы в возможных проблемных местах позволит заранее предупредить прорыв и утечку воды, а это означает сэкономленные средства на ремонт, довольные жильцы и избежание проблем с затоплением соседей.

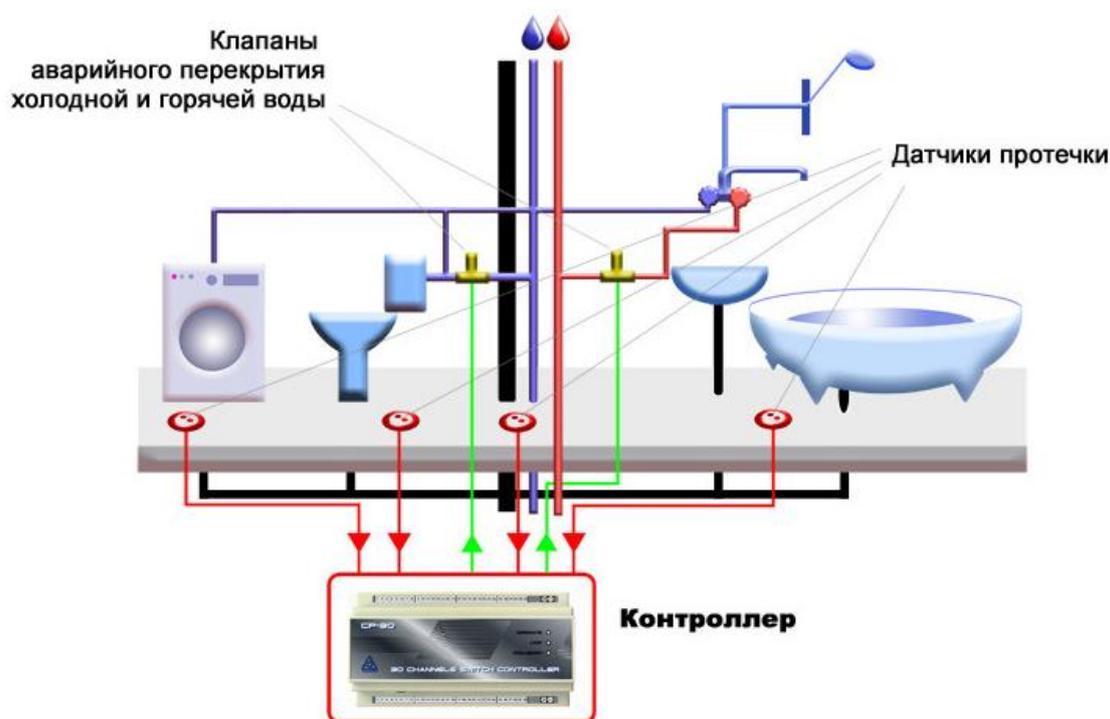


Рисунок 2. Система предотвращения протечек воды

Как происходит оповещение и блокировка системы водоснабжения при возникшей протечке показано на схеме (рисунок 2). В местах возможной проблемы установлен датчик, который срабатывает при попадании на него воды и отправляет сигнал в предварительную систему, которая формирует сигнал и отправляет его в основную систему. Основная система дает сигнал на перекрытие водоснабжения и систему оповещение клиента в случае возникновения проблемы. Оповещения приходят в виде SMS или происходит звонок по телефонам, которые запрограммированы в системе. При установленной специализированной программе оповещение происходит через

интернет. Вся информация с начала возникновения протечки воды и до принятых системой мер записывается. При необходимости все действия системы можно просмотреть на пульте или на компьютере.

Установка системы контроля водоснабжения может происходить, как комплексно в готовом варианте или использовать специально разработанные отдельные модули для каждого участка системы водоснабжения.

Необходимо предварительно произвести проектирование системы, проверить давление и напор в трубах, осуществить расчет расхода воды, рассчитать количество потребленной электроэнергии для горячей воды, составить смету, согласовать и только после этого приступать к монтажу системы водоснабжения «Умный дом». [4]

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт фирмы «Скат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://skat-ups.ru>.

2. Сайт группы компаний «Сонэс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sones.ru>.

3. Сайт компании «Multisets» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://multisets.ru>.

4. Как уберечь квартиру от затопления? Обзор детекторов утечки воды // Журнал о потребительской электронике Ferra [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-WaterLeaksDetectors.htm>

## ВЫДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ. МЕЛ-КЕПСТРАЛЬНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ

Один из этапов процесса распознавания речи после выделения слова из потока входных данных – это выделение параметров (характеристик), где применяются разные методики, к примеру, метод поиска *мел-кепстральных коэффициентов*. Основная задача на этом этапе – это есть выделение неких параметров сигнала, таких что, число данных параметров должно быть минимально, для ускорения сравнения с наборами характеристик из библиотеки, и в то же время эти параметры должны быть такими, с помощью которых можно было достаточно точно вычислить конкретное слово. [1]

Мел-кепстральные коэффициенты – своеобразное представление энергии спектра звукового сигнала.

Слуховой аппарат человека обладают свойством частотного маскирования – ситуация, где нормально слышимый звук накрывается другим громким звуком с близкой частотой. Эта характеристика имеет зависимость от частоты сигнала и варьируется от 100 Гц для низких частот до 4000 Гц для высоких частот.

Область слышимых частот можно разделить на некое число критических полос (принято деление на 24 критические полосы), обозначающие падение чувствительности уха для наиболее высоких частот. Критические полосы считаются еще одним параметром звука, подобной его частоте. Но, в отличие от частоты, абсолютно независимой от органов слуха, критические полосы рассчитываются в соответствии со слуховым восприятием. В результате они образуют некие меры восприятия частот, для которых введены единицы измерения – барк и мел.

Шкала барков (Рисунок 1, *a*) имеет связь с критическими полосами слуха, и так как ширина данных полос неравномерна, увеличивается с возрастанием частоты звуковых колебаний, шкала является неравномерной. Прямая и обратная зависимости между частотой тона в Гц и высотой звука в барках вычисляются формулами (1) и (2) соответственно:

$$b = 13 \operatorname{atan}(0.00076 \cdot f) + 3.5 \operatorname{atan}\left(\frac{f}{7500}\right)^2 \quad (1)$$

$$f = \frac{52548}{b^2 - 52.56b + 690.39} \quad (2)$$

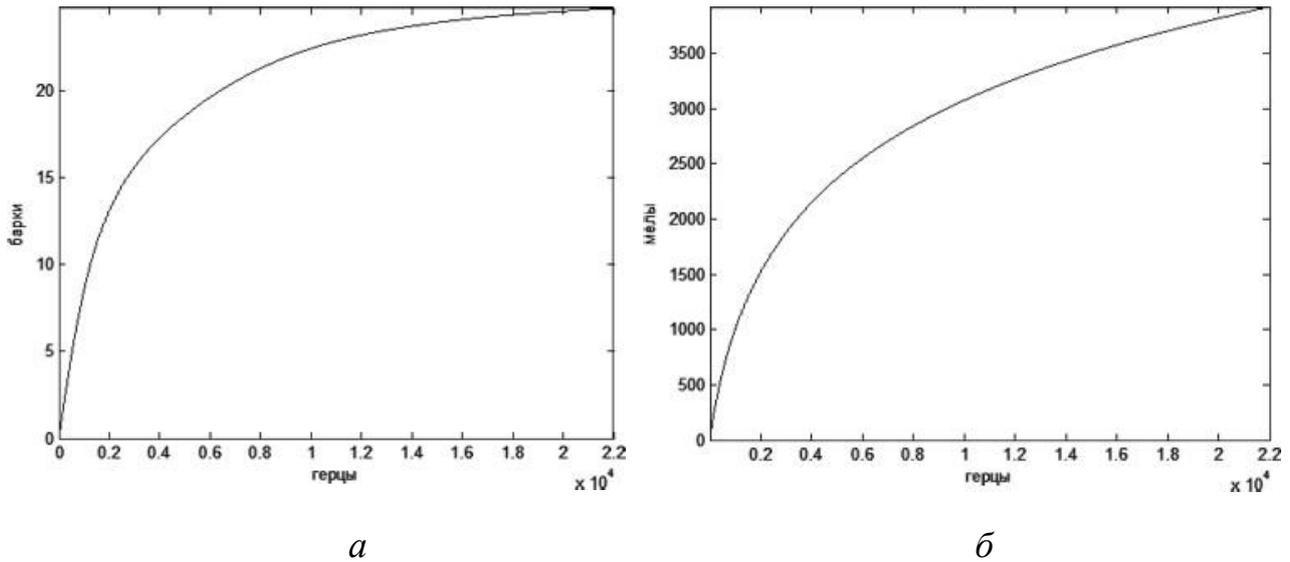


Рисунок 1 – Слышимый диапазон частот: а – барк-шкала; б – мел-шкала

Шкала мелов является неравномерной (Рисунок 1, б). Шкала мелов основана на статистической обработке большого количества данных о субъективном восприятии высоты звуковых тонов. По итогам исследований можно сказать, что высота звука главным образом связана с частотой колебаний, однако зависит от уровня громкости звука и его тембра. Прямая и обратная зависимости между частотой тона в Гц и высотой звука в мелах вычисляются формулами (3) и (4) соответственно:

$$m = 1127.01048 \cdot \ln\left(1 + \frac{f}{700}\right) \quad (3)$$

$$f = 700\left(e^{\frac{m}{1127.01048}} - 1\right) \quad (4)$$

Частотный диапазон голоса человека ограничен и располагается в диапазоне 300-4000 Гц. Следовательно, путем моделирования полосового фильтра следует отбросить частотные составляющие, которые расположены за пределами данного диапазона и, значит, не несут смысловой нагрузки.

Исследуемый сигнал делится на фреймы на основе метода периодограмм Уэлча – вектор отсчетов сигнала разделяется на перекрывающиеся сегменты (использование 50%-ного перекрытия), после чего идет умножение каждого фрейма на весовую функцию и для него рассчитывается дискретное преобразование Фурье (5). В качестве весовой функции используется окно Хамминга (6), которое представлено на Рисунке 2. Использование весовой функции позволяет провести ослабление растекание спектра на стыках фреймов.

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-\frac{2\pi i}{N} kn}, \quad (k=0, \dots, N-1) \quad (5)$$

$$x_n = 0.53836 - 0.46164 \cos \frac{2\pi n}{N-1} \quad (6)$$

где  $X_k$  – отсчёты спектра,  $x_n$  – дискретные отсчёты сигнала,  $N$  – длина преобразования.

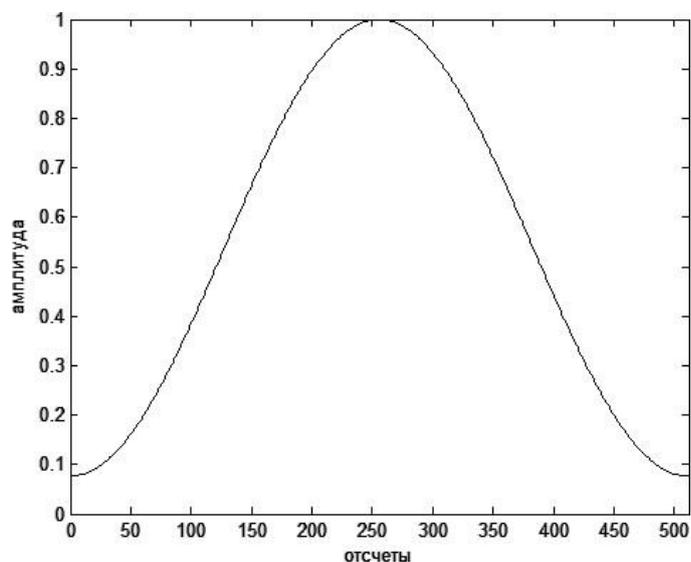


Рисунок 2 – Окно Хамминга

Результаты исследований в области психофизического восприятия говорят, что самая значимая информация находится в действительном частотном спектре, следовательно, после алгоритма преобразования Фурье для дальнейшего анализа определяется действительный спектр сигнала, где информация о фазе может быть опущена.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кристалинский Р.Е., Кристалинский В.Р. Преобразование Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики. М.: Горячая линия, Телеком, 2006. 216 с.
2. Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом“Вильямс”, 2004. - 992 с.

## ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ПОЛИМЕРОМ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ В ДВУМЕРНОМ СЛУЧАЕ

Моделирование полимерного заводнения пластов имеет большую практическую значимость в связи с необходимостью применения вторичных, третичных методов разработки нефтяных месторождений. Например, на территории Восточного Казахстана расположены запасы тяжелых высоковязких нефтей

На казахстанских нефтяных месторождениях обычно используется метод закачки воды для повышения давления при вытеснении нефтяного пласта. Но в связи с наличием повышенного уровня обводненности нефтяного продукта, а также из-за падения давления, возникает проблема снижения нефтеотдачи. Наиболее перспективным методом добычи нефти является применение полимерных веществ в качестве агентов. При использовании данного метода, нефть расслаивается на тяжелые и легкие фракции, что обуславливает необходимость учета ее компонентов. Одной из наиболее известных моделей, описывающий данный процесс, является модель Маскета-Леверетта с учетом уравнений для компонентов. Однако, при реализации модели ранее были рассмотрены лишь простейшие частные случаи, не учитывающие многие фактора. Пренебрежение данными факторами может быть существенным при применении результатов моделирования к реальным месторождениям. В связи с этим, актуальность задачи не вызывает сомнений.

Цель данной работы - численная реализация математической модели процесса воздействия полимерных веществ на нефтяной пласт.

Предположим, что пористая среда заполняет некоторую ограниченную область  $\Omega_0 \subset R^3$ . Рассмотрим вертикальный срез области  $\Omega$ , проходящий через нагнетательную скважину. Для простоты будем предполагать, что область  $\Omega$  – единичный квадрат с границей  $\Gamma$ . Обозначим  $Q_T = \Omega \times [0, t_0]$ , где  $t_0 > 0$ . Изучаемый процесс описывается следующими уравнениями. Закон сохранения массы флюидов в предположении однородности и изотропности среды выражается следующим дифференциальным уравнением в частных производных:

$$\phi \frac{\partial s}{\partial t} + \nabla \cdot \bar{u}_w = q_w, \quad (1)$$

$$\phi \frac{\partial (1-s)}{\partial t} + \nabla \cdot \bar{u}_o = q_o, \quad (2)$$

где нижним индексом обозначены фазы:  $\alpha = w$  - воды,  $\alpha = o$  - нефти,  $s$  – насыщенность воды,  $\phi$  - пористость среды,  $\bar{u} = \bar{u}(x, t)$  - вектор скорости

фильтрации,  $q_\alpha$  – внутренние источники,  $\nabla$  - оператор Гамильтона,  $t$  - время и  $x = (x_1, x_2) \in \Omega$ . Скорость движения флюидов в пористой среде выражается следующим обобщением закона Дарси для многофазного течения:

$$\bar{u}_\alpha = -\frac{Kk_\alpha(s)}{\mu_\alpha} \nabla p, \quad (3)$$

где  $K$  - проницаемость среды,  $k_\alpha = k_\alpha(s)$  - относительные фазовые проницаемости,  $\mu_\alpha$  - динамическая вязкость жидкости.

Изменение концентрации полимеров описывается следующими уравнениями [1]:

$$\phi \frac{\partial}{\partial t} (\rho_w c s + \rho_o \phi(c)(1-s)) + \nabla \cdot (\rho_w c \bar{u}_w + \rho_o \phi(c) \bar{u}_o) - \nabla \cdot (D \nabla c) = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \frac{1}{\tau_o} \cdot (G(c) - a), \quad (5)$$

где  $\rho_\alpha$  – плотность фазы  $\alpha$ ,  $G(x)$  – заданная функция, равная 1 при  $x > c^*$  и  $x$  при  $x < c^*$ ,  $c^*$  – заданная постоянная.

Данная система уравнений дополняется начальными

$$s|_{t=0} = s^0(x), \quad c|_{t=0} = c^0(x), \quad a|_{t=0} = a^0(x) \quad (6)$$

и граничными условиями:

$$p = p_0, \quad s = s_0, \quad c = c_0, \quad (x, t) \in \Gamma_1, \quad (7)$$

$$-D \frac{\partial c}{\partial \bar{n}} + \bar{u}_w c = q_n \bar{c}, \quad (x, t) \in \Gamma_2,$$

где  $\bar{c}$  – концентрация примеси,  $q_n$  – расход полимера на единицу площади,  $\bar{n}$  – единичный вектор внешней нормали к границе  $\Gamma$ ;  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  – части границы, соответствующие нагнетательным скважинам и контакту с окружающей средой.

Для получения уравнения для давления, сложим уравнения (1) и (2), учитывая уравнение (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**):

$$-\nabla \cdot (\lambda \nabla p) = q, \quad \lambda = K \sum_{\alpha=w,o} k_\alpha \mu_\alpha^{-1}, \quad q = q_w + q_o. \quad (8)$$

Используя уравнение (3), уравнение для определения насыщенности воды можно представить в виде

$$\phi \frac{\partial s}{\partial t} - \nabla \cdot \left( \frac{Kk_w(s)}{\mu_w} \nabla p \right) = q_w. \quad (9)$$

Для приближенного решения данной задачи в области  $\Omega$  введем прямоугольную равномерную сетку с шагами  $h_1$  и  $h_2$ :

$$\bar{\Omega}_h = \{x_{ij} = (ih_1, jh_2), 0 \leq i \leq N_x, 0 \leq j \leq N_y, h_1 N_x = 1, h_2 N_y = 1\}$$

Введем безразмерные величины:

$$t^* = \frac{\varphi \mu_0}{K \Delta p} t, \quad K^* = \frac{K}{K_0}, \quad \rho_\alpha^* = \frac{\rho_\alpha}{\rho_0}, \quad \mu_\alpha^* = \frac{\mu_\alpha}{\mu_0}, \quad p^* = \frac{p - p_0}{\Delta p},$$

$\Delta p = \tilde{p} - p_0$ ,  $\tilde{p}$  - давление нагнетаемого полимера.

Для решения уравнения (8) применялся попеременно-треугольный метод с чебышевским набором итерационных параметров. В качестве регуляризатора был выбран разностный аналог оператора Лапласа. На каждой итерации переход к следующему временному шагу выполнялся в четыре этапа. На первом этапе вычислялась невязка:

$$r_{ij} = \lambda_{i+\frac{1}{2},j} \cdot \frac{p_{i+1,j}^k - p_{i,j}^k}{h_1} - \lambda_{i-\frac{1}{2},j} \cdot \frac{p_{i,j}^k - p_{i-1,j}^k}{h_1} + \lambda_{i,j+\frac{1}{2}} \cdot \frac{p_{i,j+1}^k - p_{i,j}^k}{h_2} - \lambda_{i,j-\frac{1}{2}} \cdot \frac{p_{i,j}^k - p_{i,j-1}^k}{h_2} - q_{ij}. \quad (10)$$

На втором и третьем этапе определялись величины

$$\omega_{1,ij} = \psi_1 \cdot \omega_{1,i-1,j} + \psi_2 \cdot \omega_{1,i,j-1} + \psi_3 \cdot r_{ij}, \quad (11)$$

$$\omega_{2,ij} = \psi_1 \cdot \omega_{2,i+1,j} + \psi_2 \cdot \omega_{2,i,j+1} + \psi_3 \cdot \omega_{1,ij}, \quad (12)$$

где через  $\psi_i$  определены постоянные:

$$\psi_1 = \frac{\omega_0 h_2^2}{\omega_0 h_1^2 + h_1^2 h_2^2 + \omega_0 h_2^2},$$

$$\psi_2 = \frac{\omega_0 h_1^2}{\omega_0 h_1^2 + h_1^2 h_2^2 + \omega_0 h_2^2},$$

$$\psi_3 = \frac{h_1^2 h_2^2}{\omega_0 h_1^2 + h_1^2 h_2^2 + \omega_0 h_2^2}.$$

На заключительном этапе значение давления корректировалось по формуле:

$$p_{ij}^{k+1} = p_{ij}^k - \tau_k \omega_{2,ij}, \quad (13)$$

где  $\tau_k$  - упорядоченный набор чебышевских параметров.

Разностный аналог уравнения (9) запишем в виде

$$\phi \frac{s_{ij}^{n+1} - s_{ij}^n}{\tau} - \frac{\lambda_{i+\frac{1}{2},j}^n (s_{i+1,j}^n - s_{i,j}^n) - \lambda_{i-\frac{1}{2},j}^n (s_{i,j}^n - s_{i-1,j}^n)}{h_1^2} - \frac{\lambda_{i,j+\frac{1}{2}}^n (s_{i,j+1}^n - s_{i,j}^n) - \lambda_{i,j-\frac{1}{2}}^n (s_{i,j}^n - s_{i,j-1}^n)}{h_2^2} = q_w, \quad (14)$$

откуда получается явная формула для определения насыщенности воды  $s_{ij}^{n+1}$  на  $(n+1)$ -ом временном слое.

Для решения уравнения (4) воспользуемся схемой переменных направлений:

$$\begin{aligned} & \phi_w s_{ij}^{n+1} \frac{c_{ij}^{n+\frac{1}{2}} - c_{ij}^n}{\tau/2} + \phi_o (1-s)_{ij}^{n+1} \frac{(\phi(c))_{ij}^n - (\phi(c))_{ij}^{n-1}}{\tau} + \\ & - \frac{K\rho_w}{\mu_w} \frac{k_{w,i+\frac{1}{2},j}^{n+1} c_{i+\frac{1}{2},j}^{n+\frac{1}{2}} (p_{i+1,j}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{w,i-\frac{1}{2},j}^{n+1} c_{i-\frac{1}{2},j}^{n+\frac{1}{2}} (p_{i,j}^{n+1} - p_{i-1,j}^{n+1})}{h_1^2} - \\ & - \frac{K\rho_w}{\mu_w} \frac{k_{w,i,j+\frac{1}{2}}^{n+1} c_{i,j+\frac{1}{2}}^n (p_{i+1,j}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{w,i,j-\frac{1}{2}}^{n+1} c_{i,j-\frac{1}{2}}^n (p_{i,j}^{n+1} - p_{i-1,j}^{n+1})}{h_2^2} - \\ & - \frac{K\rho_o}{\mu_o} \frac{k_{o,i+\frac{1}{2},j}^{n+1} \phi_{i+\frac{1}{2},j}^n (p_{i+1,j}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{o,i-\frac{1}{2},j}^{n+1} \phi_{i-\frac{1}{2},j}^n (p_{i,j}^{n+1} - p_{i-1,j}^{n+1})}{h_1^2} - \\ & - \frac{K\rho_o}{\mu_o} \frac{k_{o,i,j+\frac{1}{2}}^{n+1} \phi_{i,j+\frac{1}{2}}^n (p_{i,j+1}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{o,i,j-\frac{1}{2}}^{n+1} \phi_{i,j-\frac{1}{2}}^n (p_{i,j}^{n+1} - p_{i,j-1}^{n+1})}{h_2^2} - \\ & - D \cdot \frac{c_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} - 2c_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + c_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{h_1^2} - D \cdot \frac{c_{i,j-1}^n - 2c_{i,j}^n + c_{i,j+1}^n}{h_2^2} = 0, \quad (15) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \phi_w s_{ij}^{n+1} \frac{c_{ij}^{n+1} - c_{ij}^{n+\frac{1}{2}}}{\tau/2} + \phi_o (1-s)_{ij}^{n+1} \frac{(\phi(c))_{ij}^n - (\phi(c))_{ij}^{n-1}}{\tau} + \\ & - \frac{K\rho_w}{\mu_w} \frac{k_{w,i+\frac{1}{2},j}^{n+1} c_{i+\frac{1}{2},j}^{n+\frac{1}{2}} (p_{i+1,j}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{w,i-\frac{1}{2},j}^{n+1} c_{i-\frac{1}{2},j}^{n+\frac{1}{2}} (p_{i,j}^{n+1} - p_{i-1,j}^{n+1})}{h_1^2} - \\ & - \frac{K\rho_w}{\mu_w} \frac{k_{w,i,j+\frac{1}{2}}^{n+1} c_{i,j+\frac{1}{2}}^{n+1} (p_{i+1,j}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{w,i,j-\frac{1}{2}}^{n+1} c_{i,j-\frac{1}{2}}^{n+1} (p_{i,j}^{n+1} - p_{i-1,j}^{n+1})}{h_2^2} - \\ & - \frac{K\rho_o}{\mu_o} \frac{k_{o,i+\frac{1}{2},j}^{n+1} \phi_{i+\frac{1}{2},j}^n (p_{i+1,j}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{o,i-\frac{1}{2},j}^{n+1} \phi_{i-\frac{1}{2},j}^n (p_{i,j}^{n+1} - p_{i-1,j}^{n+1})}{h_1^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \frac{K\rho_o}{\mu_o} \frac{k_{o,i,j+\frac{1}{2}}^{n+1} \varphi_{i,j+\frac{1}{2}}^n (p_{i,j+1}^{n+1} - p_{i,j}^{n+1}) - k_{o,i,j-\frac{1}{2}}^{n+1} \varphi_{i,j-\frac{1}{2}}^n (p_{i,j}^{n+1} - p_{i,j-1}^{n+1})}{h_2^2} \\
& - D \cdot \frac{c_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} - 2c_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + c_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{h_1^2} - D \cdot \frac{c_{i,j-1}^{n+1} - 2c_{i,j}^{n+1} + c_{i,j+1}^{n+1}}{h_2^2} = 0.
\end{aligned} \tag{16}$$

Каждое из этих уравнений решается методом прогонки. Разностный аналог уравнения (5) запишем в виде

$$\frac{a_{i,j}^{n+1} - a_{i,j}^n}{\tau} = \frac{1}{\tau_0} (G_{i,j}^n - a_{i,j}^n),$$

из которого выражается значение  $a_{i,j}^{n+1}$  на  $(n+1)$ -ом временном слое.

Определим алгоритм решения задачи в следующем виде. Пусть известны распределения давления, насыщенности и концентраций на  $n$ -ом временном слое, а также величины  $k_w$ ,  $k_o$ ,  $\lambda$ ,  $G$ . Тогда для перехода на  $(n+1)$ -ый временной слой сначала определяется поле давления по итерационным формулам (10)-(13). Далее по явной формуле (14) определяется насыщенность воды и обновляются значения  $k_w$ ,  $k_o$ ,  $\lambda$ . Далее вычисляются значения  $c_{i,j}^{n+1}$  по схеме переменных направлений (15), (16), и обновляется значение  $G(c)$ . На последнем этапе вычисляются значения  $a_{i,j}^{n+1}$ . Данный процесс повторяется до выполнения условия

$$\|p^{n+1} - p^n\|_{C(\bar{\Omega}_h)} < \varepsilon.$$

На основе предложенного алгоритма проведены вычислительные эксперименты для модельной задачи. На рисунке 1 приведено распределение давления для времени разработки  $t_1 = 0,016$ .

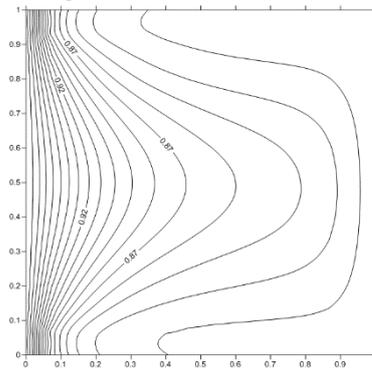


Рисунок 1 – Поле давления при времени разработки  $t_1 = 0,016$

На рисунках 2 и 3 приведено распределение насыщенностей воды и нефти для времени разработки  $t_1 = 0,016$ .

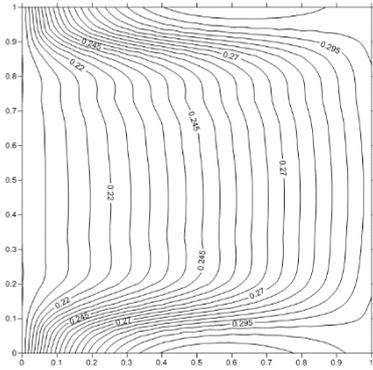


Рисунок 2 – Насыщенность воды при времени разработки  $t_1 = 0,016$

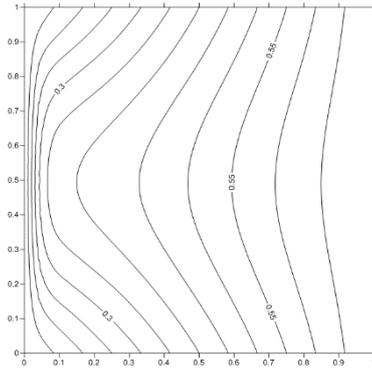


Рисунок 3 – Насыщенность нефти при времени разработки  $t_1 = 0,016$

Таким образом, в данной работе рассмотрена математическая модель вытеснения нефти с помощью полимеров, основанная на уравнениях двухфазного изотермического потока. Приведен алгоритм численного решения задачи фильтрации для рассматриваемой модели. Полученные результаты могут быть использованы для численного решения уравнений ряда других моделей, описывающих процесс вытеснения нефти различными агентами.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жумагулов Б. Т., Данаев Н. Т., Ахмед-Заки Д. Ж. Модернизация информационной системы анализа разработки нефтегазовых месторождений - ИСАР-II // Совместный выпуск журналов Вестник ВКГТУ и Вычислительные технологии. - 2013. - Часть 1. - С. 149-156.

ӘОЖ 681.518

Самарханова Назлы (Дарынды балаларға арналған мамандандырылған мектеп-лицей-интернаты, 9 сынып), Абдрахманова А.С. (Дарынды балаларға арналған облыстық мамандандырылған мектеп-лицей-интернаты), Увалиева И.М. (ШҚМТУ)

## БАЛАЛАРҒА АРНАЛҒАН ЛОГИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕР ЖИНАҒЫНЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕНІ

### КІРСІПЕ

*Зерттеу жұмысының өзектілігі.* Логика деп дұрыс ойлаудың заңдары мен ережелері туралы ғылымды айтамыз. Адам баласының тұрмысында дұрыс ойлау күрделі роль атқарады. Адамның ойы дұрыс болу үшін, ол белгілі бір ережелерге, заңдарға бағынуға тиісті. Және бұл заңдарды адамның санасына жастайынан бастап енгізген жөн. Бұл оқушылардың әр түрлі деңгейдегі тапсырмаларды өте жылдам шешіп, сыни тұрғыда ойлау деңгейін жақсартуға көмектеседі. Сондықтан да «12 жасқа дейінгі балаларға арналған логикалық есептер жинағының бағдарламалық кешені» атты электронды оқулықты құру өзекті мәселе болып келеді.

*Зерттеу мақсаты* – 1-7 сынып оқушыларының сыни тұрғыда ойлау дәрежесін анықтау алгоритмінің бағдарламалық кешенінің жүзеге асыру.

*Зерттеу міндеттері:* Сыни тұрғыда ойлау деңгейін бағалау жүйесін құру; логикалық есептер шығару деңгейінің бағалау алгоритмін құру; бағдарламалық кешенге қойылатын талаптарды талдау; бағдарламалық құралдың құрылымын сипаттау; бағдарламалық кешенді эксперименталды зерттеу нәтижелерін сипаттау.

*Зерттеу нысаны және пәні.* Зерттеу нысаны ретінде 12 жасқа дейінгі балалардың математикалық сауаттылық деңгейі алынды.

*Зерттеу пәні ретінде* логикалық есептер жинағы негізінде 12 жасқа дейінгі оқушыларының логикалық даму дәрежесін бағалау алгоритмі алынды.

*Гипотеза.* Бастауыш және орта мектеп оқушыларына арналған логикалық есептер жинақтарының негізіндегі мультимедиялық бағдарламалық кешен математикалық сауаттылық дәрежесін анықтаудың тиімділігін жоғарлатады.

*Зерттеу жаңалығы:* Оқушылардың математикалық сауаттылық деңгейін бағалау жүйесі; оқушылардың математикалық сауаттылық деңгейін бағалау алгоритмі; мультимедиялық бағдарламалық кешеннің архитектурасы.

*Нәтижені практикалық қолдану салалары.* Ғылыми жоба аясында құрылған мультимедиялық бағдарламалық кешен орта мектептердің сабақ уақытында, сабақтан тыс уақытта, немесе мұғалімнің қатысуынсыз оқушылардың логикалық есептер шығару деңгейін бағалау құралы ретінде қолданылуға арналған.

### Математикалық сауаттылық деңгейін бағалау жүйесінің негізіндегі тапсырма

Жоба аясында «12 жасқа дейінгі балаларға арналған логикалық есептер жинағы» оқулығы негізінде логикалық ойлау деңгейін бағалау жүйесі құрылды.

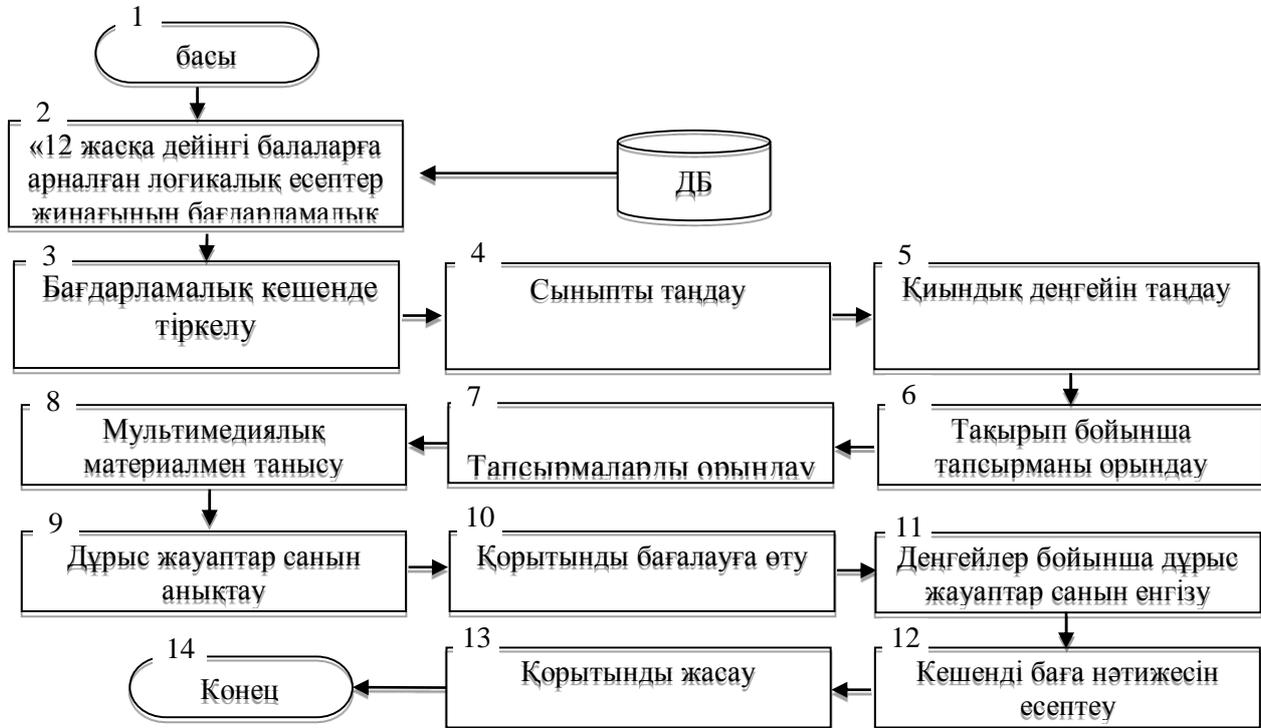
12 жасқа дейінгі балалардың логикалық ойлау деңгейін бағалау жүйесінің тапсырмаларың тақырып бойынша жіктелуі кесте 1-де көрсетілген.

Кесте 1. Бағалау жүйесінің тапсырмаларының тақырыптар бойынша жіктелуі

№	Сынып	Тапсырма түрі	Тапсырма	Қиын- дық деңгейі	Макси- - малды баға	Мини- малды баға
1	1	Дұрыс жауап енгізу	Екі тышқанның неше құлағы бар?	1	5	0
2	1	Дұрыс жауапты таңдау	Екі қонжықтың неше табаны бар? (8)	1	5	0
3	1	Дұрыс жауапты таңдау	Тәрелкеде 3 сәбіз бен төрт алма бар, тәрелкеде неше жеміс бар?	2	5	0
4	1	Дұрыс жауапты енгізу	Ұзындығы 10 метр жіпті әр бөлігі 2 метр болу үшін неше рет қию керек?	2	5	0
5	1	Дұрыс жауапты таңдау	20 қабатты үйдің жоғарыдан санағанда үшінші қабаты нешенші қабат болады?	3	5	0
...	...	...	...	...	...	...
10 3	7	Дұрыс жауапты енгізу	Ондық цифрлары бірліктер цифрларынан үлкен болатын қанша екі таңбалы сан бар?	1	5	0
10 4	7	Дұрыс жауапты таңдау	Әкемнің жасы 31 болғанда, мен 8де едім. Қазір әкем менен екі есе үлкен. Сонда менің жасым нешеде?	2	5	0
10 5	7		Қонақ үйде 7 қабат бар. Бірінші қабатта төрт адам тұрады. Әрбір келесі қабатта алдыңғысынан қарағанда 2 адамға артық. Қай қабатта лифтты ең көп шақырады?	3	5	0

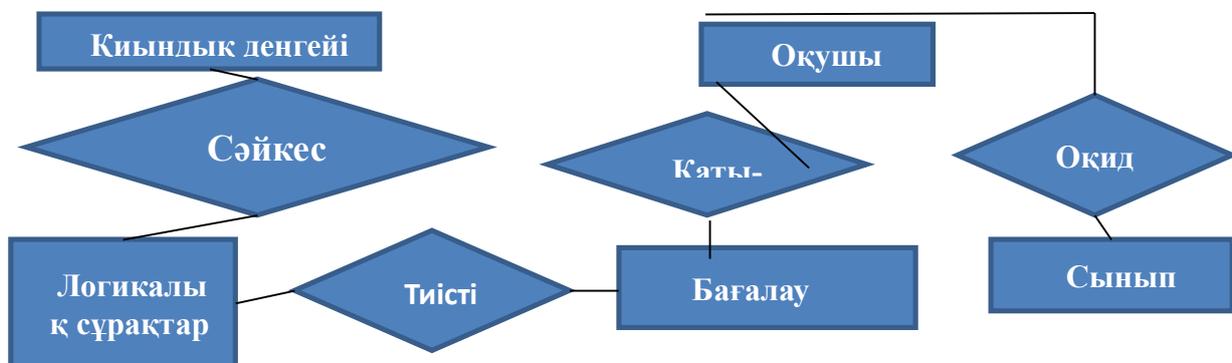
## Бағдарлама негізінде оқушылардың логикалық ойлау деңгейін бағалау алгоритмі

«12 жасқа дейінгі балаларға арналған логикалық есептер жинағының бағдарламалық кешені» оқулығы негізінде математикалық сауаттылық деңгейін бағалау жүйесін жүзеге асыру кезеңдері сурет 1-те көрсетілген.



Сурет 1. Логикалық есептер шығару деңгейін бағалау жүйесін жүзеге асыру кезеңдері

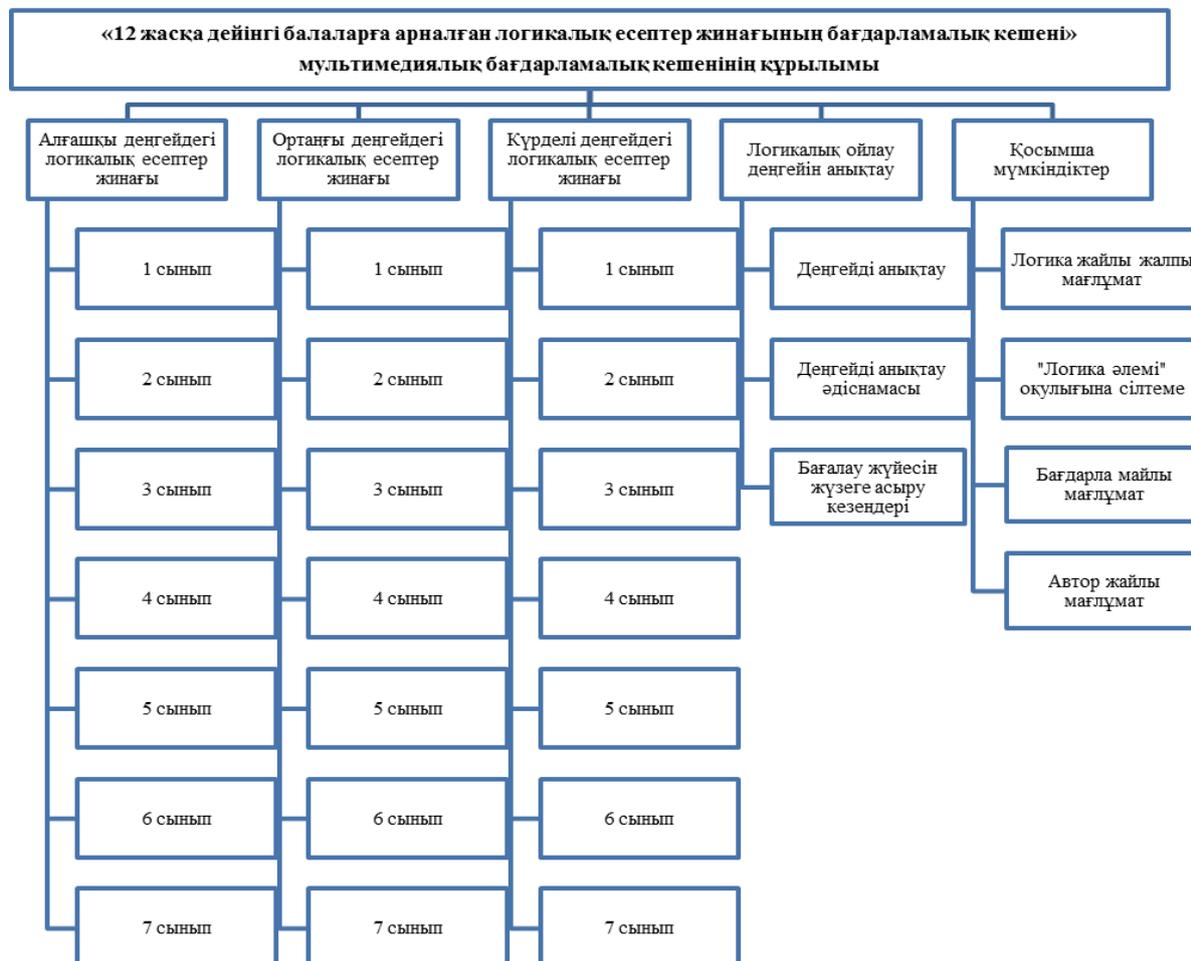
«12 жасқа дейінгі балаларға арналған логикалық есептер жинағының бағдарламалық кешені» оқулық материалдарының тақырыптарына сәйкес оқушыларының математикалық сауаттылық деңгейін бағалау жүйесінің негізінде ұсынылған бағалау алгоритмі сурет 2-те көрсетілген.



Сурет 2. Бағдарлама негізінде оқушылардың логикалық ойлау деңгейін бағалау алгоритмі

## Логикалық ойлау деңгейін бағалау бағдарламалық кешенінің құрылымы

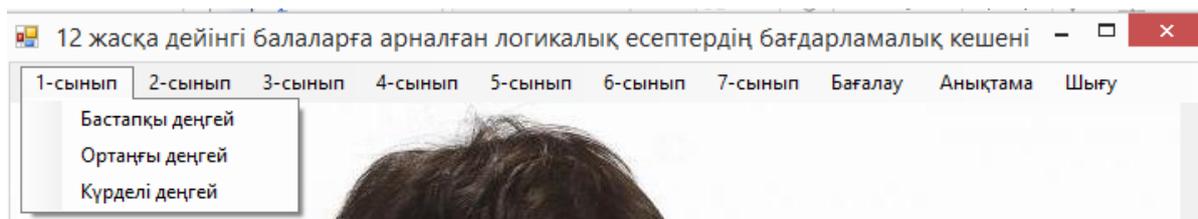
«12 жасқа дейінгі балаларға арналған логикалық есептер жиағының бағдарламалық кешені» мультимедиялық бағдарламалық кешенінің құрылымы сурет 3-да көрсетілген.



Сурет 3. «Логикалық есептер жиағының бағдарламалық кешені» мультимедиялық бағдарламалық кешенінің құрылымы

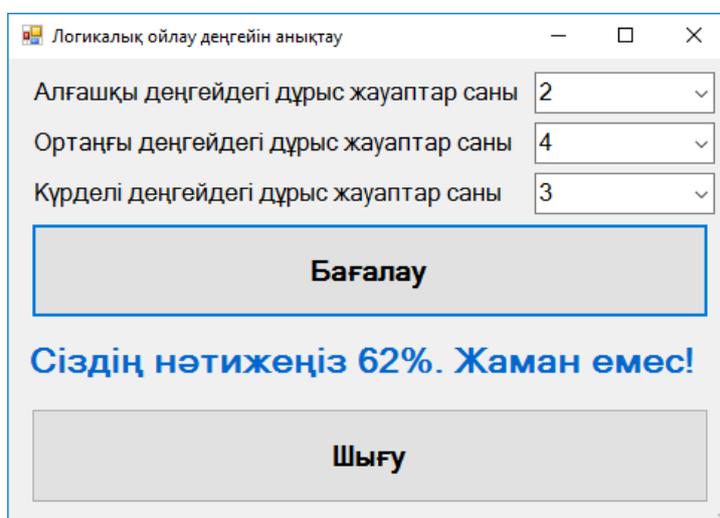
## Логикалық ойлау деңгейін бағалау кешенінің бағдарламалық жүзеге асуы

Жоба аясында жүзеге асқан «12 жасқа дейінгі балаларға арналған логикалық есептер жиағының бағдарламалық кешені» мультимедиялық құрал .NET платформасына негізделіп жасалды. Бұл NET платформасы C# бағдарламалау тілінің негіздерінен, C# тілінің бағдарламалау технологиясынан және визуальды бағдарламалау ортасы ұсынатын бағдарламалау технологиясынан тұрады.



Сурет 4. Балаларға арналған логикалық есептер жинағының бағдарламалық кешенінің басты мәзірінің терезесі

«12 жасқа дейінгі балаларға арналған логикалық есептер жинағының бағдарламалық кешені» оқулықтың барлық тақырыптары меңгерілгеннен кейін оқушы өзінің қорытынды балын біле алады. Оқушының оқулық аясында меңгерген материал негізіндегі білімін бағалаудың кешенді бағасын құрайтындар: 20% алғашқы деңгейдегі дұрыс жауаптар саны; 30% ортаңғы деңгейдегі дұрыс жауаптар саны, 50% күрделі деңгейдегі дұрыс жауаптар саны.



Сурет 5. Логикалық есептер жинағының бағдарламалық кешенінің бағалау терезесі

### Қорытынды

Құрылған бағдарламалық кешен орта мектептердің сабақ уақытында, сабақтан тыс уақытта, немесе мұғалімнің қатысуынсыз оқушылардың логикалық есептер шығару деңгейін бағалау құралы ретінде қолданылуы мүмкін.

Бағдарламалық кешен C# тілінде Visual Studio ортасында бағдарламалық жүзеге асырылды және эксперименталды зерттеу нәтижелері бағдарламалық кешеннің жұмыс қабілеттілігін дәлелдеді.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фаронов В.В. Создание приложений с помощью C# Руководство программиста. - М.: “Эксмо”, 2008г.
2. Фролов А.В., Фролов Г.В. Визуальное проектирование приложений C#– М.: Академия, 2014. – 266 с.

## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН САНДЫҚ НИВЕЛИРЛЕР

Нивелир – ең кен тараған геодезиялық құралдардың бірі екені ешкімге құпия емес. Ол, геометриялық нивелирлеу көмегімен бір нүктенің екінші нүктеге қатысты биіктік өсімшені анықтауға арналған құрал. Нивелирдің бірнеше түрлері бар: оптикалық, сандық, лазерлі. Түрі мен өлшеу дәлдігіне байланысты, оларды қолдану аясы да ажыратылады – жоғары дәлдікті мемлекеттік геодезиялық торларды құру, технологиялық құралдарды орнату, ғимараттардың отырымдылықтарын бақылау және ландшафты жұмыстарды орындау.

Ең алдымен сандық нивелирлер рейка бойынша автоматты түрде есеп алудан басқа, өсімшелерді есептеу үшін процессормен жабдықталған және есептер нәтижелерін сақтау үшін жадпен қамтамасыз етілген. Барлық өлшеулер сандық түрде орындалғандықтан, бақылаушының қателіктері толықтай дерлік жойылады. Нәтижесінде, өлшеу уақыты азайып, дәлдігі артады. Сонымен қатар кез келген уақытта есептеулер нәтижесін экраннан бақылап, тексеруге болады. Кейін өлшеу нәтижелерін компьютерге жүктеп, ары қарай өңдеуге болады.

Өлшеу құралдарының дәлдігіне байланысты өлшеу тәсілдерін таңдағанда келесі метрологиялық көрсеткіштерді ескеру қажет: 1 бөлу құнының ұзындығы; 2 бөлу құнының дәлдігі; 3 дәйектілік сипаттамасы; 4 көрсету диапазоны; 5 өлшеу диапазоны; 6 құрал сезімталдығы; 7 алынған нәтижелер әртүрлілігі; 8 өлшеу тәсілдерінің тұрақтылығы.

*Сандық нивелирлер* – қазіргі заманғы көптеген жұмысты атқаратын геодезиялық аспап. Ол дәлдігі жоғары оптикалық нивелирден, мәліметті сақтап қоятын электронды құрылғыдан және алынған нәтижелерді өңдейтін есептеу программасымен қамтамасыз етілген жабдықтан тұрады. Басқа нивелирлерге қарағанда сандық нивелирлердің басты айырмашылығы – ішінде орналасқан электронды құрылғы. Электронды құрылғы арқылы арнайы рейкадан өте жоғары дәлдікпен санақ алуға болады.

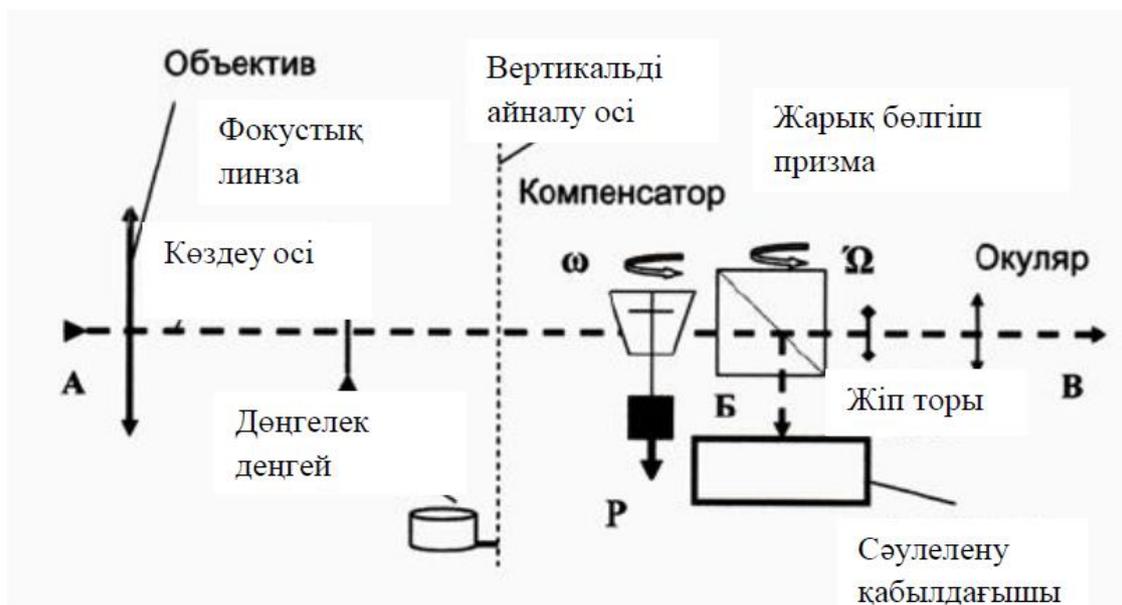
Сандық нивелирдің көмегімен нивелирлік рейка бойынша автоматты түрде санауға, өзенге дейінгі арақашықтықты анықтауға және нивелирленіп отырған нүктелердің арасындағы өсімшені анықтауға болады. Оның ішкі жады бірнеше мың (8 - 10) нүктелердің өлшеулерін сақтауға есептелген. Нивелирлік жүрістер туралы мәліметтер ішіне орнатылған бағдарламалық қамсыздандыру жүйесі арқылы өңделуі мүмкін. Сандық нивелирлердің мүмкіндіктері дәстүрлі оптико-механикалық аспаптармен салыстырғанда, өндіру тиімділігін 50% арттыруды қамтамасыз етеді.

Барлық сандық нивелирлерде компенсаторлар бар. Нивелирлеуге арналған жоғары дәлдікті аспаптармен жұмыс істеу барысында әдетте инварлық рейкалар қолданылады, дәлдігі одан азырақтарға – кеңею коэффициентінің біршама жоғарырақ температурасына ие, сондықтан да дәлдігі азырақ болып келетін

фиберглосты рейкалар қолданылады. Бұл рейкаларға нивелирлеу барысында олар арқылы есептеулер автоматты түрде алынатын кодты маскалар салынады. Барлық мекемелер сандық нивелирлермен жұмыс істеу үшін визуалдық есептеуге қолданылмайтын арнайы штрих-кодты рейкаларды шығарады [1,2].

Белгіленген нивелирлеу классына байланысты жоғары дәлдікті нәтижеге қол жеткізуге болады, егер жүйелік қателік әсерін азайту үшін метрологиялық қамтамасыз ету, станциядағы өлшеудің тиісті әдістемесін әзірлеу, жүрісті жалғастыру жоспарын алдын ала дайындау керек.

AB осі бойынша оптикалық осі компенсатормен жабдықталған нивелирдің оптикалық осіне сәйкес келеді (сурет 1). Ерекшелігі тек жарық бөлгіш призмының болуы, бірақ бұл сәулелердің AB бағытынан ауытқуына әсер етпейді. Нивелирлеу кезінде оптикалық канал қолданылмайды, алайда жазық параллельді пластинамен жабдықталған микрометрді орнатқанда, құралды жоғары дәлдікті нивелирлеуге мүмкіндік береді. Бірақ басқа жағынан қараса оптикалық канал нормативті құжаттар мен нұсқаулардағы барлық дерлік зерттеулер мен бақылауларды жүргізуге мүмкіндік береді.



Сурет 1. Сандық нивелирдің түбегейлі сұлбасы

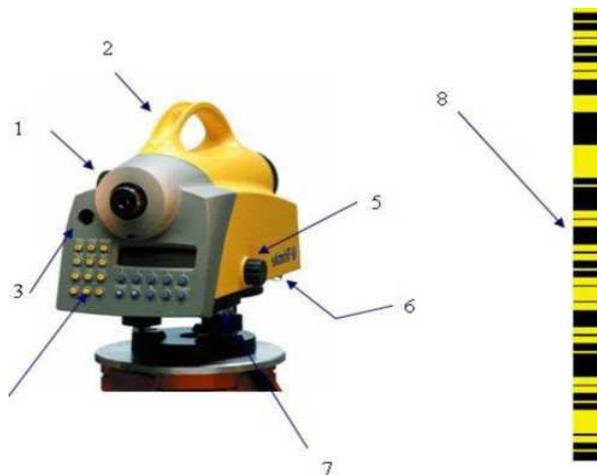
Күшті конкуренция елдің арасында нивелирлер нарығының олардың үздіксіз толық жетілдіруіне себепші болды. Trimble корпорацияның нивелирлер аса сапалы құрастырумен және жұмысты тоқтаусыз жүргізумен ерекшеленеді, өзінде аса сапалы оптиканы, тұтас дизайнмен және ыңғайлы жұмыстарымен байланыстырады, геодезиялық ауданда барлық жаңарланған өңдеулер нақты түрде көрсетіледі. Барлық бөлшектер және осы аспаптардың қосылуы ұсақ-түйекке дейін ойланған көп жылдық ағымға олардың сенімді жұмысын атқаруына кепілдік береді (кесте 1).

Кесте 1. Техникалық мінездемесі

Көрү дүрбісінің ұлғайтуы	22х
1 км-ге жүріс дәлдігі	1мм
Бейне	TVра
Объектив диаметрі	36
Визирлеудің минимал қашықтығы	0,5
Компенсатордың жұмыс істеуі	± 15'
Жұмыс диапазоны	-20*С +50*С
Салмағы	3,0 кг

Соңғы жылдары әртүрлі класты нивелирлеуде штрих-кодты сандық нивелирлер (электронды) қолданыла бастады. Осы тұрғыда нивелирлеу оның ішінде жобалау жұмыстарынан бастап өлшеу, нәтижелерін математикалық өңдеу дәлдігін бағалауға дейінгі жұмыстары түпкілікті өзгеруде. Геодезиялық жұмыстың практикасында мемлекеттік нивелирлеуді орындауға техникалық сипаттамасы бойынша сай келетін электронды тахеометрлер кеңінен қолданылуда. Сонымен қатар жер серіктік (спутниктік) технологияларды мемлекеттік нивелирлеудегі жеке кластардың талаптары деңгейінде өлшеу нәтижелерінің дәлдігін қамтамасыз етеді [3,4].

Басқа нивелирлерге қарағанда сандық нивелирлердің басты айырмашылығы - ішінде орналасқан электронды құрылғы. Электронды құрылғы арқылы арнайы рейкадан өте жоғары дәлдікпен санақ алуға болады. Сандық нивелирлерді (сурет 2) қолданғанда уақыт үнемделіп, өлшеу процесі жылдамдатылады.



Сурет 2 DiNi 22 нивелирі::

1-айқындаушы бұранда; 2- тұтқасы; 3- деңгейлеуіш; 4- клавиатурасы;  
5-горизонталь бағытта бұрайтын бұранда; 6- батареясы; 7- жады;  
8- штрих кодты рейка

Өлшеу үшін аспапты рейкаға көздеп, бейнені айқындап, санақ алу пернесін басса жеткілікті. Аспап өлшеулерді өзі автоматты түрде жүргізеді, алынған нәтижелер мен рейкаға дейінгі ара қашықтықты цифрлы түрде көрсетеді.

DiNi электронды нивелирлеріндегі алдыңғы қатарлы технологиялар мен қолайлы интерфейсы, жұмыстың сапасы мен өнімділігін арттыруға мүмкіндік туғызады. Ара қашықтықтарды DiNi нивелирлері арқылы өлшеу мүмкіндігі иіндерді теңестірудің жылдам тәсілі болып отыр.

DiNi 12 және DiNi 12T электронды нивелирлері - өзара биіктік пен ара қашықтықтарды дәл өлшеудің ең жақсы құралы. DiNi 12T нивелирінің DiNi 12-ден айырмашылығы, онда бұрыш өлшеу үшін қажет горизонталь лимбаның орнатылғандығы.

DiNi 12 және DiNi 12T аспаптары, нивелирлік жүрістерді есептеуге және теңестіруге мүмкіндік береді. Сандық DiNi 22 нивелирі дәлдігі төмендеу жұмыстарды жүргізгенде қолдануға лайықталған. Өзара биіктікті анықтаудың 1 км қос жүрістегі орташа квадраттық қателігі  $\pm 0,3$  мм, дүрбінің үлкейтуі  $\Gamma=32^x$  есе.

Ішкі есептеу программалық жабдығында, биіктіктерді нивелир жүрістерінің орнын жобадан жерге көшіру, жүрісті теңестіру бар. Ал DiNi 12T аспабында нүктелердің координаталарын анықтайтын электронды тахеометрдің режимі бар.

Аспаптың жинағына: электронды нивелир, 1- аккумулятор, жадында сақтайтын IMBPCMCIA SRAM картасы (бұл тек DiNi 12 және DiNi 12T аспаптары үшін), зарядтық құрылғы, түзетпе жабдықтары, деректерді беру программасы, пайдаланушыға нұсқау, қапшық кіреді.

Осы нивелирлердің техникалық сипаттамалары кесте 2 берілген.

Кесте 2. Нивелирдің техникалық сипаттамалары

Техникалық сипаттамалар	DiNi 12	DiNi 12T	DiNi 22
Өзара биіктік анықтаудың 1 км қос жүрістегі қателігі	0,3	0,3	0,7
Үлкейтуі, есе	32	32	26
Өлшейтін ара қашықтық шегі, м	1	1,5-100	
Ара қашықтық өлшеу дәлдігі, мм	0,5 Д0,001		
Өлшеу уақыты, с	1,0В0,01		
Жұмыс температурасы С°	-20°-+50°		
Бір аккумулятордың зарядтық уақыты	3 күн	3 күн	1 жеті

Бүгінгі күні Trimble Dini 03 сандық нивелир өз класындағы ең үздік өкіл болып табылады. Trimble Dini 03-те қазіргі заманғы топографиялық-геодезиялық өндіріске арналған аспаптарға қойылатын талаптар ең жақсы ескерілген: жоғары дәлдіктегі экономикалық тиімділік, жұмысқа ыңғайлылық, деректерді берудің сенімділігі мен сандық түрі.

Dini 03 нивелирі бірқатар техникалық жаңалықтарға ие: арнайы штрих-коды бар рейка бойынша автоматты санаудың жақсартылған жүйесі,

қашықтықты дәл өлшеу, көлденең шеңбердің оптико-электрондық лимбасы , деректерді сақтауға арналған жад картасы, жіңішке нысанының шексіз винті және компенсатор. Оптикалық нивелирмен салыстырғанда, Trimble Dini 03 Нивелирі айтарлықтай дәлдікке ие. Trimble dini 03 нивелирі құрылыс алаңында жұмыс істеу үшін де, дәлдігі жоғары жұмыстар кезінде де, мысалы, объектілердің деформациясын бақылау үшін де пайдаланылуы мүмкін.

Жоғары дәлдіктің, сондай-ақ компенсатор және өлшеу нәтижелеріне атмосфералық және аспаптық түзетулерді автоматты енгізу арқасында Dini 03 дәлдік 1 және 2 класстарын нивелирлеу бойынша жұмыстарды жүргізуге мүмкіндік береді. Қашықтықты өлшеу мүмкіндігі нәтижелердің жоғары сенімділігін қамтамасыз ете отырып және қателердің таралуын оңтайландыра отырып, алға және артқа нивелирлік жүрістерде нақты жылдам жоюға мүмкіндік береді [5].

Trimble dini 03 нивелирінің бағдарламалық қамтамасыз етуі әртүрлі өлшеу функцияларына ие: биіктіктерді беру, бөлу жұмыстары, пикеттерді нивелирлеу, нивелирлік жүрістерді салу кезіндегі бақылау, Тахеометриялық түсіру. Сандық нивелир деректерді сақтау үшін PCMCIA жады картасын немесе ішкі жадты, ал компьютермен деректерді алмасу үшін – RS232C порт. Жеке қадамдар мен нивелирлік желілерді теңестіру үшін деректер арнайы бағдарламалық жасақтамаға жүктелуі мүмкін: Trimble Geomatics Office, CREDO. Деректерді тасымалдау мәселелері және оларды әртүрлі форматтарға түрлендіру туралы ұмытуға болады. Сондай-ақ, аспап деректерді импорттау мен экспорттауға, есептеулер жасауға, беттер мен жоспарларды құруға, жолдарды жобалауға, көлемді есептеуге және ландшафтты жобалау бойынша жұмыстар үшін сандық бейнефильм түрінде жергілікті жердің моделін жасауға мүмкіндік береді. Terramodel Field Data бағдарламалық пакетімен жинақталуы мүмкін.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Плотников В.С. Геодезические приборы. – М.: Недра, 1984
2. Калыбеков Т., Рысбеков Қ.Б. т.б. География және геодезия. Қазақ тілі терминдерінің салалық ғылыми түсіндірме сөздігі. – Алматы: Мектеп, 2007
3. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық аспаптар. Ғылыми-әдістемелік кеңесі оқу құралы, Алматы, 2010
4. Голыгин Н.Х., Лазуткин А.М., Пегливанян Г.Г. Исследование погрешности измерений цифровых нивелиров DiNi0.3 и DiNi12 с инварными штрих-кодowymi рейками // Приборы, 2009. – №4. – С. 52–56
5. Глотов Г.Ф. Геодезические работы. Электронды ресурс. Кіру рұқсаты <http://mirknig.com>

## РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

К числу сложных математических задач относятся задачи, решение которых сводится к рассмотрению функциональных уравнений вида

$$\underbrace{f(f(\dots f(x) \dots))}_n = x \quad (1)$$

или

$$f(g(x)) = f(h(x)) \quad (2)$$

где  $f(x), g(x), h(x)$  – некоторые функции и  $n \geq 2$ .

Методы решения функциональных уравнений (1) и (2) основаны на использовании следующих теорем.

**Теорема 1.** Корни уравнения  $f(x) = x$ , являются корнями уравнения (1).

**Теорема 2.** Если  $y = f(x)$ - возрастающая функция на отрезке  $a \leq x \leq b$  и  $a \leq f(x) \leq b$ , то на данном отрезке уравнения (1) и  $f(x) = x$  равносильны.

**Следствие 1.** Если функция  $y = f(x)$  возрастает для любого  $x$ , уравнения (1) и  $f(x) = x$  равносильны.

**Следствие 2.** Если функция  $y = f(x)$  возрастает на своей области определения, уравнения (1) и  $f(x) = x$  равносильны.

Более сложным является решение уравнения (1) в том случае, когда на некотором отрезке  $a \leq f(x) \leq b$  функция  $y = f(x)$  является убывающей.

В данном случае имеет место аналогия теоремы 2 и двух следствий только при условии, что в уравнение (1) значение  $n$  – нечетное.

**Теорема 3.** Если  $y = f(x)$  - убывающая функция на отрезке  $a \leq x \leq b$ ,  $n$  – нечетное и  $a \leq f(x) \leq b$ , то на данном отрезке уравнения (1) и  $f(x) = x$  равносильны.

**Следствие 3.** Если функция  $y = f(x)$  убывает для любого  $x$  и  $n$  – нечетное, уравнения (1) и  $f(x) = x$  равносильны.

**Следствие 4.** Если функция  $y = f(x)$  убывает на своей области определения и  $n$  – нечетное, уравнения (1) и  $f(x) = x$  равносильны.

**Теорема 4.** Если  $y = f(x)$ - возрастающая (или убывающая) функция на области допустимых значений уравнения (2), то уравнения (2) и  $g(x) = h(x)$  равносильны.

**Следствие 5.** Если  $y = f(x)$ - возрастающая (или убывающая) функция на области допустимых значений функций  $y = g(x)$  и  $y = h(x)$ , то уравнения (2) и  $g(x) = h(x)$  равносильны.

**Теорема 5.** Если четная функция  $y = f(x)$  определена на отрезке  $-a \leq x \leq a$  и возрастает (или убывает) при  $0 \leq x \leq a$ , то на данном отрезке уравнение (2) равносильно совокупности уравнений  $g(x) = h(x)$  и  $g(x) = -h(x)$  при условии, что  $-a \leq g(x) \leq a$  и  $-a \leq h(x) \leq a$ .

**Пример 1:** Решите уравнение

$$(x^2 + 4x + 2)^2 + 4(x^2 + 4x + 2) + 2 = x.$$

*Решение.* Пусть  $f(x) = x^2 + 4x + 2$ , тогда уравнение можно переписать в виде  $f(f(x)) = x$ . Рассмотрим уравнение  $f(x) = x$ , корни которого являются корнями уравнения  $f(f(x)) = x$ . Уравнение  $f(x) = x$ , принимает вид  $x^2 + 4x + 2 = x$ . Корнями уравнения являются  $x_1 = -2, x_2 = -1$ . Полученные корни являются корнями

$$(x^2 + 4x + 2)^2 + 4(x^2 + 4x + 2) + 2 = x.$$

Для поиска других корней уравнения представим его в виде:

$$x^4 + 8x^3 + 24x^2 + 31x + 14 = 0.$$

Так как уравнение имеет корни  $x_1 = -2, x_2 = -1$ , разделим данное уравнение на  $(x + 1), (x + 2)$ , то есть на  $(x + 1)(x + 2)$ . Получим

$$(x + 1)(x + 2)(x^2 + 5x + 7) = 0 \Rightarrow (x^2 + 5x + 7) = 0,$$

которое корней не имеет.

Ответ:  $x_1 = -2, x_2 = -1$ .

**Пример 2:** Дано уравнение

$$f(2 - x) = g(x + 1),$$

где  $f(x)$  и  $g(x)$  - функции, определённые на  $\mathbb{R}$  и при всех  $x \in \mathbb{R}$  удовлетворяющие равенствам

$$2f(x + 1) - g(3 - x) = 2x^2 + 11x - 4,$$

$$f(3 - x) + g(x + 1) = x^2 - 5x + 19.$$

*Решение:* Найдем  $f(x)$  и  $g(x)$  в виде:

$$f(x) = a_1x^2 + b_1x + c_1, \quad g(x) = a_2x^2 + b_2x + c_2$$

$$1) \quad 2(a_1(x + 1)^2 + b_1(x + 1) + c_1) - (a_2(3 - x)^2 + b_2(3 - x) + c_2) = 2x^2 + 11x - 4;$$

$$\begin{array}{l|l} x^2 & 2a_1 - a_2 = 2 \\ x^1 & 4a_1 + 2b_1 + 6a_2 + b_2 = 11 \\ x^0 & 2a_1 + 2b_1 + 2c_1 - 9a_2 - 3b_2 - c_2 = -4 \end{array}$$

$$2) \quad a_1(3 - x)^2 + b_1(3 - x) + c_1 + a_2(x + 1)^2 + b_2(x + 1) + c_2 = x^2 - 5x + 19$$

$$\begin{array}{l|l}
x^2 & a_1 + a_2 = 1 \\
x^1 & -6a_1 - b_1 + 2a_2 + b_2 = -5 \\
x^0 & 9a_1 + 3b_1 + c_1 + a_2 + b_2 + c_2 = 19
\end{array}$$

$$\begin{cases} 2a_1 - a_2 = 2 \\ a_1 + a_2 = 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a_1 = 1 \\ a_2 = 0 \end{cases}, \quad \begin{cases} 4 + 2b_1 + b_2 = 11 \\ -6 - b_1 + b_2 = -5 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} b_1 = 2 \\ b_2 = 3 \end{cases};$$

$$\begin{cases} 2c_1 - c_2 = -1 \\ c_1 + c_2 = 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} c_1 = 0 \\ c_2 = 1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow f(x) = x^2 + 2x, \quad g(x) = 3x + 1$$

Тогда уравнение примет вид:

$$\begin{aligned}
(2 - x)^2 + 2(2 - x) &= 3(x + 1) + 1 \\
x^2 - 9x + 4 &= 0
\end{aligned}$$

$$D = 65; \quad x_{1,2} = \frac{9 \pm \sqrt{65}}{2}$$

$$\text{Ответ: } x_{1,2} = \frac{9 \pm \sqrt{65}}{2}.$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Супрун В.П. Математика для старшеклассников: нестандартные методы решения задач. – М.: КД «Либроком» / URSS, 2017. – 296 с.

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НЕСОБСТВЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ

Решение инженерных задач - творческий процесс. Параллельно с тем, как студенты приобретают умения в решении математических задач, их необходимо обучить решению прикладных задач, типа производственно-технических, являющихся упрощенным вариантом инженерных задач. Для этого студент должен научиться формулировать практическую задачу математическим языком, создавать математические модели процессов, что является достаточно сложной проблемой.

*Пример 1.* При исследовании затухающего тока, получающегося при разряде, иногда применяются «баллистические» приборы, показания которых пропорциональны не мгновенному значению силы тока  $I$  или ее квадрату  $I^2$ , а «интегральной силе тока»  $g = \int_0^{\infty} I dt$  или «интегральному квадрату силы тока»  $S = \int_0^{\infty} I^2 dt$ . Здесь  $t$  - время, отсчитываемое от начала разряда;  $I$  — сила переменного тока, зависящая от времени. Процесс затухания теоретически продолжается бесконечно, хотя практически уже через конечный промежуток времени сила тока становится неощутимой. При решении рассматриваемой задачи, в целях упрощения, промежуток времени считают бесконечным.

Вычислить  $g$  и  $S$  для следующих процессов:

а)  $I = I_0 e^{-kt}$  (простой аperiодический процесс);  $k$ - постоянный коэффициент, больший нуля.

б)  $I = I_0 e^{-kt} \sin \omega t$  (постоянный колебательный процесс); коэффициенты  $k$  и  $\omega$  постоянны.

$$\text{Решение: а) } g = \int_0^{\infty} I_0 e^{-kt} dt = \lim_{A \rightarrow \infty} \int_0^A I_0 e^{-kt} dt = I_0 \lim_{A \rightarrow \infty} \left[ -e^{-kt} / k \right]_0^A = I_0 / k;$$

$$S = \int_0^{\infty} I_0^2 e^{-2kt} dt = \frac{I_0^2}{2k};$$

$$\begin{aligned} \text{б) } g &= \int_0^{\infty} I_0 e^{-kt} \sin \omega t dt = \lim_{A \rightarrow \infty} \int_0^A I_0 e^{-kt} \sin \omega t dt = \frac{I_0}{\omega^2 + k^2} \lim_{A \rightarrow \infty} \left[ (\omega \cos \omega t + k \sin \omega t) e^{-kt} \right]_0^A = \\ &= \frac{I_0 \omega}{\omega^2 + k^2}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \int_0^{\infty} I_0^2 e^{-2kt} \sin^2 \omega t dt = \lim_{A \rightarrow \infty} \int_0^A I_0^2 e^{-2kt} \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt = \\ &= -\frac{I_0^2}{4k} \lim_{A \rightarrow \infty} \left[ 1 - \frac{1}{\omega^2 + k^2} (k^2 \cos 2\omega t + \omega k \sin 2\omega t) \right] e^{-2kt} \Big|_0^A = \frac{I_0^2 \omega^2}{4k(k^2 + \omega^2)}. \end{aligned}$$

*Пример 2.* Пусть бесконечная (в обе стороны) балка, лежащая на упругом основании, изгибается сосредоточенной силой  $P$ . Если совместить ось  $Ox$  с первоначальным положением оси балки (до изгиба), а ось  $Oy$  провести через точку  $O$  приложения силы и направить вниз, то после изгиба ось балки будет иметь уравнение  $y = \frac{P\alpha}{2k} e^{-\alpha|x|} (\cos \alpha x + \sin \alpha|x|)$ , где  $\alpha$  и  $k$  – некоторые постоянные. Вычислить потенциальную энергию упругой деформации по формуле

$$W = Ee \int_0^{\infty} (y'')^2 dx \quad (E, e - const).$$

*Решение.* Найдем  $y''$ :

$$\begin{aligned} y'' &= \frac{P\alpha^3}{k} e^{-\alpha x} [(\cos \alpha x + \sin \alpha x) - 2(-\sin \alpha x + \cos \alpha x) + (-\sin \alpha x - \cos \alpha x)] = \\ &= \frac{P\alpha^3}{k} e^{-\alpha x} (\sin \alpha x - \cos \alpha x). \end{aligned}$$

Отсюда

$$W = \frac{P^2 \alpha^6 Ee}{k^2} \int_0^{\infty} e^{-2\alpha x} (1 - 2 \sin \alpha x \cdot \cos \alpha x) dx = \frac{P^2 \alpha^6 Ee}{k^2} \left[ \frac{1}{2\alpha} - \frac{2\alpha}{4\alpha^2 + 4\alpha^2} \right] = \frac{P^2 \alpha^5 Ee}{4k^2}.$$

*Пример 3.* Найти площадь фигуры, ограниченной кривой  $y = \frac{1}{1+x^2}$  (Локон Аньези) и ее асимптотой.

*Решение.* Функция  $y = \frac{1}{1+x^2}$  непрерывна на всей числовой оси, причем  $\lim_{x \rightarrow \infty} y = 0$ .

Следовательно, ось  $Ox$  является асимптотой заданной кривой, которая изображена на рисунке 1. Требуется найти площадь  $S$  фигуры, простирающейся неограниченно вдоль оси  $Ox$ . Другими словами, требуется вычислить несобственный интеграл

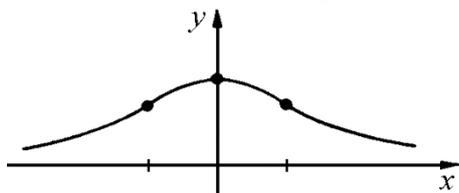


Рисунок 1

$$S = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2}.$$

В силу симметрии фигуры относительно оси  $Oy$  имеем

$$S = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2} = 2 \int_0^{+\infty} \frac{dx}{1+x^2} = 2 \lim_{A \rightarrow \infty} \arctg x \Big|_0^A = 2 \frac{\pi}{2} = \pi.$$

## ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУДІҢ МАМАНДЫҚ БОЙЫНША ҚОЛДАНЫЛУЫ

Көптеген физикалық және басқада заңдылықтарды зерттеген жағдайда тәуелсіз айнымалы мен ізделінетін функцияның арасындағы байланысты табу қиыншылыққа соқтырады. Бірақ бұл функция мен оның туындыларының арасындағы байланысты табуға мүмкіндік береді. Міне осындай байланыстар дифференциалдық теңдеулер деп аталады.

Химиядағы дифференциалдық теңдеулер кинетикада қолданылады. Кинетикалық химия немесе кинетика – бұл физикалық химияның бөлімі, химиялық реакцияның уақыт пен оның механизмін зерттейді.

Химиялық реакция жылдамдығы дегеніміз не? Жылдамдық – уақыт бірлігінде әсер ететін заттардың концентрациясының өзгеруі. Басқаша айтқанда, ол уақыт бойынша заттардың концентрациясының туындысы ретінде анықталады.

Бұл мақалада этиленгликоль мен сірке қышқылының күрделі эфирі арасындағы дифференциалдық теңдеулерді байланысы және ерітінді температурасының өзгеру заңы қарастырылады.

$y' = \frac{y}{x} - 1$  дифференциалдық теңдеуі мен этиленгликоль мен сірке қышқылының күрделі эфирі арасындағы байланыс қарастырайық.

Химиялық реакция жылдамдығы дегеніміз не? Жылдамдық – уақыт бірлігінде әсер ететін заттардың концентрациясының өзгеруі. Басқаша айтқанда, ол уақыт бойынша заттардың концентрациясының туындысы ретінде анықталады.

Мысалы, осы түрдегі реакцияны қарастырайық:



Бұл реакция жылдамдығы келесідей болады:

$$v(t) = \frac{\partial C}{\partial t} = C_B'(t), \quad (2)$$

$C_B'(t)$  – белгілі бір уақыт аралығында зат концентрациясының өзгеруі.

A және B заттарының мөлшері реакциядан көрініп тұрғандай тең болып келеді. Демек, A заттары қанша жұмсалса, B заттары сонша пайда болды, яғни молекулалардың санының өзгермегенін айтуға болады.

$$C_A(t) + C_B(t) = C_A \quad (3)$$

Тұрақты шаманың туындысы 0 тең екенін ескере отырып, алынған өрнектің туындысын табамыз.

$$C_A'(t) + C_B'(t) = 0 \quad (4)$$

$$v(t) = C_B'(t) = -C_A'(t) \quad (5)$$

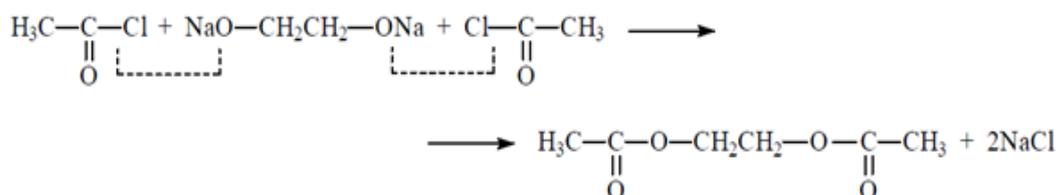
Келесі түрдегі теңдеуді аламыз:

$$v(t) = kC_A(t), \quad (6)$$

k- жылдамдық коэффициенті

Этиленгликольдің күрделі эфирі мен этиленгликольдің натрий тұзынан сірке қышқылының түзілуін қарастырайық.

Эфирдің қалыптасу процесс реакциясы:



Схемалық түрде осылай жазуға болады:

$$A+B=AB \quad (8)$$

$$AB+B=AB_2 \quad (9)$$

Жылдамдық теңдеуін құрайық:

$$v_1 = kC_A(t)C_B(t) = -C_A'(t) \quad (10)$$

$$v_1 + v_2 = kC_A(t)C_B(t) + kC_{AB}(t)C_B(t) = -C_B'(t) \quad (11)$$

$$v_1 - v_2 = kC_A(t)C_B(t) - kC_{AB}(t)C_B(t) = C_{AB}'(t) \quad (12)$$

$$v_2 = kC_{AB}(t)C_B(t) = C_{AB_2}'(t) \quad (13)$$

Өзара әсер ететін заттардың және реакция өнімдерінің концентрациясы олардың стехиометриялық коэффициенттерін есепке ала отырып қолданылады. Реакцияның басында бізде тек бастапқы заттар ғана болды, ал өнімдер толығымен болмады:

$$C_A = 1; C_B = 2; C_{AB} = 0; C_{AB_2} = 0 \quad (14)$$

Біз (12) теңдеуді (10) - ға бөлеміз, дифференциасалаймыз, осылайша  $t$  уақытынан құтыламыз.

$$\frac{C'_{AB}(t)}{-C'_A(t)} = \frac{kC_A(t)C_B(t) - kC_{AB}(t)C_B(t)}{-kC_A(t)C_B(t)} = \frac{C_{AB}(t)}{C_A(t)} - 1 \quad (15)$$

$$\text{Алынған теңдеу: } C_{AB}'(C_A) = \frac{C_{AB}}{C_A} - 1 \quad (16)$$

Алмастырамыз. Бұл үшін  $C_{AB} = y$ ,  $C_A = x$ . деп алып, біздің өрнекті жазамыз.

$$1 \quad y' = \frac{y}{x} - 1 \quad (17)$$

Осылайша, біз  $y' = \frac{y}{x} - 1$  түрінің дифференциалдық теңдеуі мен этиленгликоль мен сірке қышқылының күрделі эфирі арасында байланыстың болуын анықтадық.

Енді ерітінді температурасының өзгеру заңы қарастырайық: Ауадағы ерітіндіні салқындату жылдамдығы ерітіндінің температурасы мен ауа температурасы арасындағы айырмашылыққа пропорционалды. Ауа температурасы  $20^\circ\text{C}$  тең. 20 минут ішінде ерітінді  $100^\circ\text{C}$  -тан  $60^\circ\text{C}$ -қа дейін салқындатылатыны белгілі.  $t$  – уақытына байланысты ерітінді температурасының өзгеру заңын анықтау.

Есеп шарты бойынша:  $\theta(t = 0) = 100^\circ\text{C}$ ;  $\theta(t = 20) = 60^\circ\text{C}$ ;  $\theta = 20^\circ\text{C}$ ;

Анықтау керек:  $\theta(t) = ?$

*Шешімі:* Бұл есепті шешу алдымен үшін математикалық моделін құрайық:

$$\frac{d\theta}{dt} = -k(\theta - 20^\circ)$$

мұндағы  $k$  – пропорционалдық коэффициенті. «-» таңбасы температура төмендеуін айқындайды.

Теңдеуді түрлендірейік:

$$\frac{d\theta}{\theta - 20^\circ} = -k dt$$

Айнымалысы ажыратылған дифференциалдық теңдеу алдық. Теңдіктің екі жағын да интегралдаймыз:

$$\int \frac{d\theta}{\theta - 20^\circ} = -k \int dt$$

$$\ln|\theta - 20^\circ| = -kt + C \Rightarrow e^{\ln|\theta - 20^\circ|} = e^{-kt+C}$$

$$\theta - 20^\circ = e^{-kt+C} \Rightarrow \theta = e^{-kt} e^C + 20^\circ = |e^C = C_1| = C_1 e^{-kt} + 20^\circ$$

$$\theta = C_1 e^{-kt} + 20^\circ - \text{жалпы шешім.}$$

$$\text{Дербес шешімін анықтайық: } 100 = C_1 e^{-k \cdot 0} + 20^\circ \Rightarrow C_1 = 80$$

$$\theta = 80 e^{-kt} + 20^\circ - \text{дербес шешім}$$

Ерітінді температурасының өзгеру заңын анықтайық:

$$60 = 80 e^{-k \cdot 20} + 20^\circ \Rightarrow 40 = 80 e^{-k \cdot 20} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-k \cdot 20} \Rightarrow e^{-k} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{20}}$$

$$\theta = 20^\circ + 80 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{20}}$$

*Жауабы:*  $\theta = 20^\circ + 80 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{20}}$  Ерітінді температурасының өзгеру заңы.

Математика табиғатта өтетін көптеген процестерді түсінуге және сипаттауға көмектеседі. Химиялық кинетиканың негізі математика болып табылады, өйткені дифференциалдық теңдеулер химиялық реакциялардың жылдамдығын анықтау негізінде жатыр.

#### ӘДЕБИЕТТЕР:

1. М.К. Кітапбаев. Жоғары математиканың арнаулы тараулары бойынша лекциялар. /Оқу құралы.-Өскемен,1999ж.
2. Колинко П.А., Козлов Д.В. Химическая кинетика в курсе физической химии / Учебно-методическое указание – Новосибирск, 2013.
3. Статъя М.А. Зеленина, М.В. Крутихина <https://cyberleninka.ru/article/n/prikladnye-i-uchebno-prikladnye-zadachi-v-obuchenii-matematike-v-klassah-himiko-biologicheskogo-profilya>

## БІРТЕКСІЗ ОРТАЛАРДА ЖЕР АСТЫ СУЛАР АҒЫНЫМЕН МАССА ТАСЫМАЛДАУДЫ ҮЛГІЛЕУ

Жер асты сулардың модельдерді пайдалану қоршаған орта туралы ғылымдар саласында кең таралған [1-5]. Бұл модельдер гидрогеологиялық жағдайлардың кең спектірін зерттеу үшін пайдаланады. Мысалы, су балансын анықтау, қанықпаған аймақтың сандық мөлшері туралы ақпарат алу, қаныққан ортада су ағынын үлгілеу, химиялық заттардың таралуын үлгілеу, жер асты сулардың режимінің өзгеруінің қоршаған ортаға әсері, жер асты сулардың желілерін құру, оңтайландыру, бақылау және оларды қорғау аймақтарын құру. Сонымен бірге, бұл модельдер қауіптілікті бағалау мақсатында ластағыш заттың тасымалдауын болжамдау үшін пайдаланып келеді. Жұмыстың ерекшелігі - ортаны біртекті емес деп болжайды, бұл мәселенің тұжырымын және оны сандық шешу әдістерін айтарлықтай қиындатады.

Жұмыстың мақсаты – жерасты суларының біртекті емес кеуекті ортасында ластауыштың таралу моделін сандық енгізу үшін алгоритмдерді әзірлеу.

Жұмыстың өзектілігі – су балансын анықтау, қанықпаған аймақтың сандық мөлшері туралы ақпарат алу, қаныққан ортада су ағынын үлгілеу, химиялық заттардың таралуын үлгілеу, жер асты сулардың режимінің өзгеруінің қоршаған ортаға әсері, жер асты сулардың желілерін құру, оңтайландыру, бақылау және оларды қорғау аймақтарын құру болып табылады.

Бұл жұмыста модельді жүзеге асыратын үш айырымдық сұлба ұсынылды: кеңістік айнымалылары бойынша бөлшектеу сұлбасы, параметрлі сұлба, тұрақтандырушы түзету сұлбасы. Айырымдық сұлба бойынша екі іс – тәжірибе жүргізілді. Осы іс – тәжірибе жүргізу барысында графиктер алынды.

Есептің қойылымы. Жер асты сулардың қозғалысын сиппатау үшін келесі түрдегі Буссинеск теңдеуі пайдалынады:

$$v \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( T_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( T_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + Q \quad (1)$$

мұнда:

$x, y$  – жер беті бойындағы декарттық координаталар;

$h$  – пьезометрикалық биіктік;

$T_x, T_y$  –  $x$  және  $y$  бағыттары бойынша гидравликалық өткізгіштік;

$Q$  – көлемнің бір бірлігіндегі көлемдік ағын, ол көздің және сіңіргіштің шарттары болып табылады;

$v$  – салыстырмалы сақталу коэффициенті, ол биіктік бір өлшем бірлігіне өзгергенде су қоймасынан шығарылатын судың көлемін анықтайды.

$T_x, T_y$  өткізгіштіктері үшін келесі эмпирикалық тәуелділіктер белгілі:

$$T_x = \begin{cases} k_x(z_{kp} - z_n), & \text{егер } h \geq z_{kp}, \\ k_x(h - z_n), & \text{егер } z_n < h < z_{kp}, \\ 0, & \text{егер } h < z_n, \end{cases}$$

$$T_y = \begin{cases} k_y(z_{kp} - z_n), & \text{егер } h \geq z_{kp}, \\ k_y(h - z_n), & \text{егер } z_n < h < z_{kp}, \\ 0, & \text{егер } h < z_n, \end{cases}$$

мұндағы:

$k_x, k_y$  –  $x$  және  $y$  бағыттары бойынша фильтрация коэффициенттері,

$z_n$  – қабат табанының биіктігі,

$z_{kp}$  – қабат төбесінің биіктігі.

$v$  функциясы үшін келесі есептеу формуласы пайдалынады:

$$v = \begin{cases} v_1, & \text{егер } h \geq z_{kp}, \\ v_2, & \text{егер } h < z_{kp}, \end{cases}$$

мұнда:

$v_1$  – қабаттың созылмалы сыйымдылығы коэффициенті,

$v_2$  – гравитациялық су бергіштік коэффициенті.

Ерітілген заттардың қаныққан ортада тасымалдануы келесі түрдегі адвекция-дисперсия теңдеуімен сипатталады:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x}(cv_x) - \frac{\partial}{\partial y}(cv_y) + \frac{\partial}{\partial x}\left(D_x \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(D_y \frac{\partial c}{\partial y}\right) + R_c, \quad (2)$$

мұндағы:

$c$  – ерітілген заттың концентрациясы,

$R_c$  – көздері,

$D_x, D_y$  – дисперсия коэффициентінің тензоры,

$v_x, v_y$  – жылдамдығы. Бұл жерде ортаның кеуектілігі біркелкі үлестірілген деп ұйғарылады.

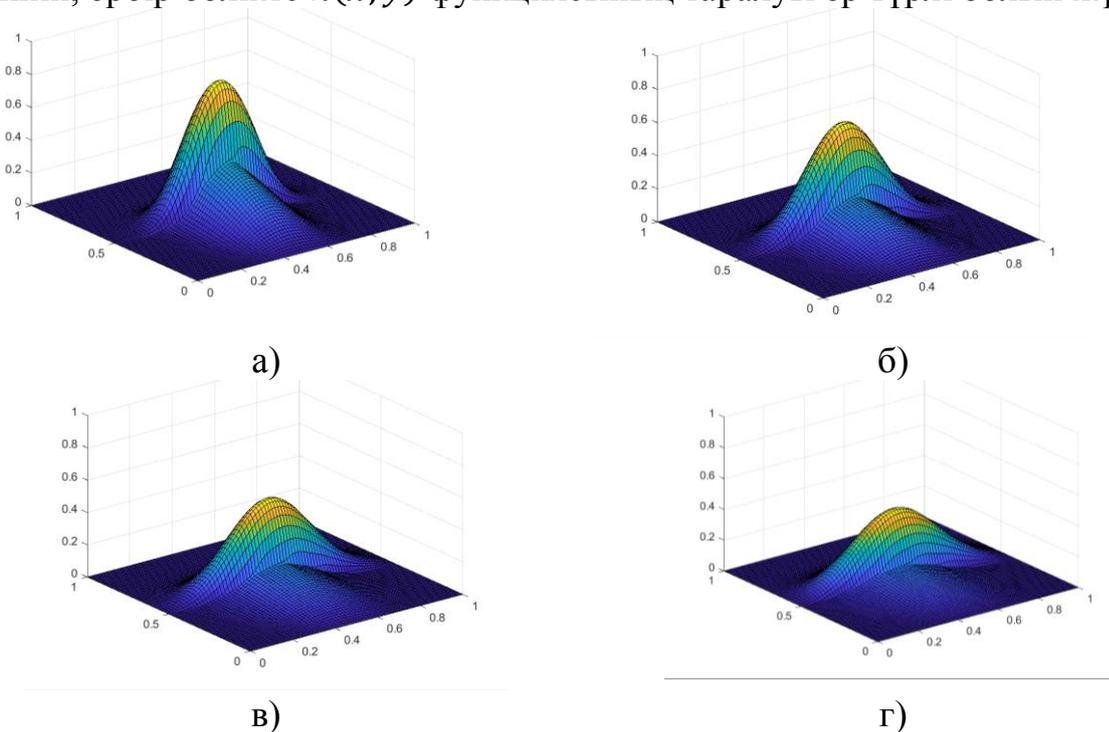
(1), (2) теңдеулер жүйесін келесі бастапқы және шекаралық шарттармен толықтырайық:

$$h(x, y, 0) = h_0, \quad c(x, y, 0) = c_0,$$

$$\left. \frac{\partial h}{\partial \vec{n}} \right| = 0, \quad \left. \frac{\partial c}{\partial \vec{n}} \right| = 0.$$

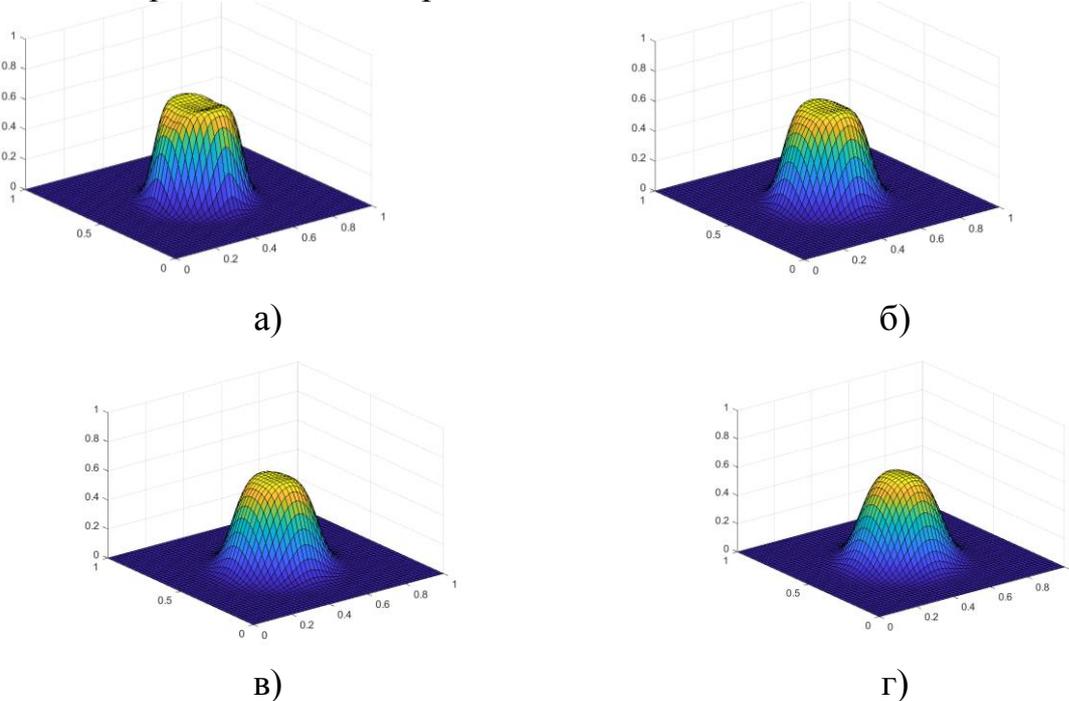
Бұл модельді санды жүзеге асыру үшін MatLab ортасында бағдарлама құрылып, сандық есептеу тәжірибелері жүргізілді. Есептеу тәжірибелерінің нәтижелері 1 және 2 суреттерде көрсетілген.

Бірінші іс-тәжірибеде өткізгіштік функциялар ретінде қарапайым бөлік-тұрақты функция қабылданған. Іс-тәжірибе қорытындысы бойынша орта екіге бөлініп, әрбір бөлікте  $h(x, y)$  функциясының таралуы әр түрлі болып жүрді.



Сурет 1. Бірінші есептеу іс-тәжірибесінің нәтижелері

Екінші іс-тәжірибеде өткізгіштік функциялар ретінде одан күрделі тәуелділіктер қабылданды. Үрдіс сызықты емес сипаттамаға ие болды.



Сурет 2. Екінші есептеу іс-тәжірибесінің нәтижелері

Сонымен, бұл жұмыста жерасты суларының біртекті емес кеуекті ортасында ластауыштың таралу моделі зерттеліп, оны сандық жүзеге асыру алгоритмі құрылды. Сұлбалардың орнықтылығын зерттеу мақсатында тордың қадамын кең диапазонда өзгерте отырып, итерациялық үрдістің жинақталуына көз жеткізілді.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

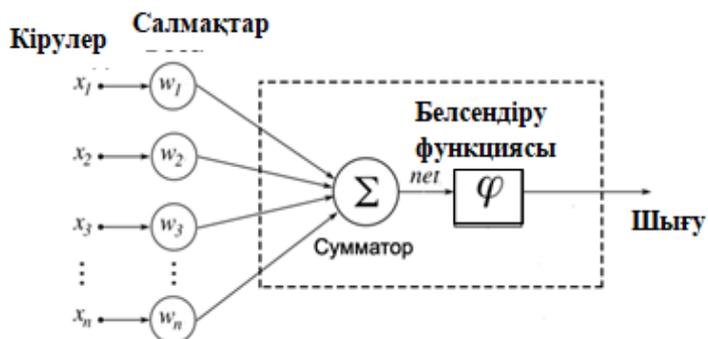
1. Клёцкина О.В., Минькевич И.И., Андреев А.И. Исследование процессов самоочищения подземных вод от техногенного загрязнения соединениями азота // *Современные проблемы науки и образования*. – 2014. – № 2. – С. 1-8.
2. Кузнецов, Д. С. Моделирование структуры потоков подземных вод в многослойных водоносных системах. – диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук. – 2004. – 172 с.
3. Рудаков Д.В. Моделирование массопереноса радионуклидов в потоках подземных вод: Монография. – Д.: Герда, 2010. – 160с.
4. Зотов К. В., Кучурина Т. Н. Основы моделирования массопереноса в пористой среде. Часть I. – СПб, 2014. – 34 с.
5. Стародубцев В. С. Учет процессов массопереноса загрязняющих компонентов в системах автоматизации проектирования водозаборов подземных вод // *Научный журнал КубГАУ*. – 2012. - №77(03). – С. 1-10.

## НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІҢ КӨМЕГІМЕН БЕЙНЕЛЕРДІ ТАНЫП БІЛУ

Бейнелерді танып білу мәселесі өзекті болып табылады. Алғаш нейрондық желілер шамамен 70 жыл бұрын адам миының жұмысын модельдеуде ұсынылды, бірақ әлдеқайда жеңілдетілген түрде болған. Жеке «нейрондар» қабаттарға қосылған, мұнда салмақтар сигналдар желі арқылы таратылатын кезде нейронның қалай жауап беретінін анықтау үшін тағайындалған. Бұған дейін нейрондық желілер модельдеуге қабілетті нейрондар санымен және өздері жете алатын үйрену қиындығымен шектеулі болған. Бірақ соңғы жылдары аппараттық құралдарды жетілдірудің арқасында өте терең желілер құрылды және машина интеллектінде серпінді жетістіктерге жету үшін оларды үлкен деректер жиынтығына үйретуге мүмкіндік туды.

Бұл жұмыста нейрондық желілердің көмегімен терезе бетінде қолмен жазылған сандар тізбегін танып білу бағдарламасын құру мақсаты қойылды.

Нейрондық желілер жасанды интеллекттің бір саласы болып табылып, терең үйрету әдісі болып қолданылады. Нейрондық желілердің негізгі элементі – адамның ортаңғы жүйке жүйесінің математикалық моделі болып табылатын жасанды нейрон. 1-ші суретте жасанды нейронның математикалық моделі көрсетілген [1].



Сурет 1. Жасанды нейронның моделі

Нейронға келіп түскен сигналдар өздерінің салмақтарына көбейтіліп, сумматорға жіберіледі. Сумматордың жұмыс істеу нәтижесі – орташа қосынды деп аталатын сан. Сумматор кірген сигналдарды жинақтап, жалпы нейронға келіп түскен сигналды сипаттайды. Нейрон орташа қосындыны өңдеп, шығу сигналын қалыптастыру үшін, белсендіру функциясы пайдаланылады. Көп жағдайда белсендіру функциясы ретінде

$$out(net) = \frac{1}{1 + \exp(-a \cdot net)}$$

сигмоидты функция немесе

$$out(net) = \tanh \frac{net}{a}$$

гиперболалық тангенс функциясы пайдаланылады.

Нейрондық желіні үйрету үрдісі жаттығу деректер жиынтығын график арқылы беруді және жоғалу функциясын оңтайландыруды қамтиды. Желі оқу суреттерінің топтамасы арқылы жаңартылған сайын, көрсетілген сандарды дәлірек тану мен жоғалтуды азайту үшін параметрлерін жаңартады. Тестілеу үрдісі тестілеу деректер жиынтығын дайындалған график арқылы іске асыруды және дәлдікті есептеу үшін дұрыс болжанған суреттер санын бақылауды қамтиды.

Нейрондық желілерді ұйымдастыру үшін көптеген бағдарлама кітапханалары құрылды. Мысалы, Tensor Flow [2], Theano [3], Keras [4] және басқалар.

Tensor Flow – терең үйрету үшін Google Brain лабораториясы құрған Python тілінде жазылған кітапхана. Tensor Flow кітапханасы numpy, keras, scipy, six кітапханаларымен бірге жұмыс істейді. Tensor Flow кітапханасының жұмысы есептеу графтарын құру және орындауға негізделген. Есептеу графы – есептеулердің жүргізілу ретін сипаттайтын конструкция.

Theano - бұл Python тіліндегі сандық есептеу кітапханасы. Теанодағы есептеулер NumPy синтаксисінде көрсетілген және қарапайым процессорлар мен GPU - лерде тиімді параллель есептеу үшін жасалған.

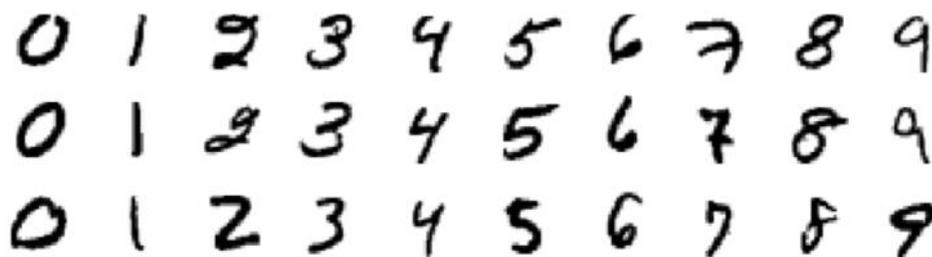
Keras – Python тілінде жазылған ашық нейрондық желілік кітапхана. Ол DeepLearning4j, TensorFlow и Theano қосымша қондырмаларын ұсынады.

Ол тереңдетілген оқыту желілерімен тиімді жұмыс істеуге, ықшам, модульдік және кеңейтілуге арналған. Ол ONEIROS зерттеу жұмыстарының бөлігі ретінде құрылды, оның негізгі авторы және қолдаушысы - Google инженері Франсуа Чолле.

Жұмыста құрылған нейрондық желіні үйрету үшін MNIST деректер жиынтығы [5] пайдаланылды. Бұл жинақ қолмен жазылған 60000 мысалдан, 10000 сынақ жиынтығынан тұрады. Жинақ 28x28 өлшемді суреттер түрінде қалыпқа келтіріліп, суреттің центріне орналастырылды. MNIST деректер жиынтығындағы суреттердің мысалы 2-ші суретте көрсетілген.

Сандар тізбегін танып білу бағдарламасын құру үрдісі келесі кезеңдерден өтті [6]:

Операциялық жүйеде орнатылған кітапханалардың версияларымен қайшылықты болдырмас үшін virtualenv виртуалды ортасы құрылды.



Сурет 2. Нейрондық желіні үйрету таңдамасы

MNIST деректер жинағы бағдарламаға жүктеліп, бағдарламалық түрде архивтен шығарылды.

Содан соң нейрондық желіні үйрету үрдісі іске қосылды. Нейрондық желіні үйрету үрдісі 900 итерацияға дейін жүргізілді. MNIST деректер жинағындағы суреттерді жіктеу 91,83% дәлдікпен орындалды. Үрдіс нәтижесі 3-ші суретте көрсетілген.

```

Командная строка
(env) F:\python\src>python gui.py
Extracting MNIST_data/train-images-idx3-ubyte.gz
Extracting MNIST_data/train-labels-idx1-ubyte.gz
Extracting MNIST_data/t10k-images-idx3-ubyte.gz
Extracting MNIST_data/t10k-labels-idx1-ubyte.gz
WARNING:tensorflow:From gui.py:109: softmax_cross_entropy_with_logits (from tensorflow.python.ops.nn_ops) is deprecated and will be removed in a future version.
Instructions for updating:
Future major versions of TensorFlow will allow gradients to flow into the labels input on backprop by default.
See tf.nn.softmax_cross_entropy_with_logits_v2.
Iteration 0      | Loss = 3.2258582      | Accuracy = 0.1875
Iteration 100   | Loss = 0.33040148    | Accuracy = 0.90625
Iteration 200   | Loss = 0.2543488     | Accuracy = 0.953125
Iteration 300   | Loss = 0.3209458     | Accuracy = 0.8828125
Iteration 400   | Loss = 0.32349786    | Accuracy = 0.90625
Iteration 500   | Loss = 0.26476318    | Accuracy = 0.9140625
Iteration 600   | Loss = 0.2961315     | Accuracy = 0.9375
Iteration 700   | Loss = 0.45003203    | Accuracy = 0.8203125
Iteration 800   | Loss = 0.32029194    | Accuracy = 0.8828125
Iteration 900   | Loss = 0.28170347    | Accuracy = 0.9453125
Accuracy on test set: 0.9183
(env) F:\python\src>

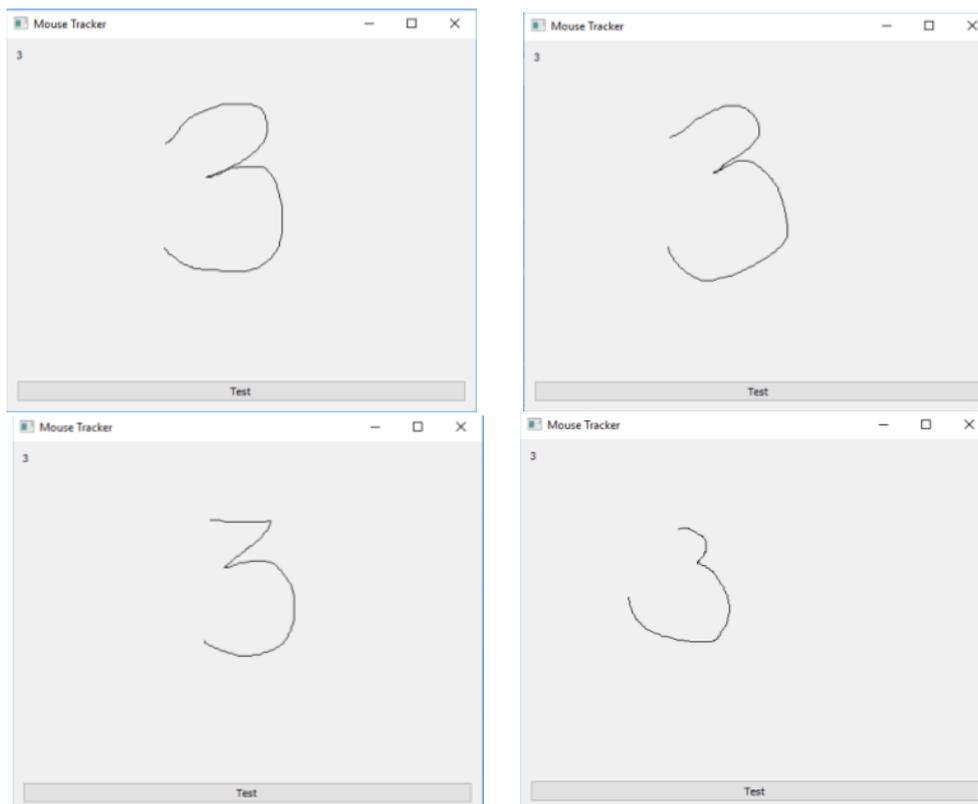
```

Сурет 3. Нейрондық желіні үйрету нәтижесі

Нейрондық желіні үйрету үрдісі аяқталғаннан кейін қолданушы сандарды тышқанның көмегімен енгізетін терезе экранға шығарылды. GUI қолданбасын жасау үшін PyQt 5 кітапханасы пайдаланылды.

Қолданушы санды енгізгеннен кейін, PIL пакетіне кіретін Image класының көмегімен сурет 28x28 өлшемді масштабталып, файлға сақталынды. Бұл суретті өрнектеу үшін 784 өлшемді вектор қолданылды. Вектордың әрбір элементі 0-ден 255-ке дейінгі сан түрінде сақталады.

Қолданушы енгізген санды танып білу нәтижесі терезенің жоғарғы сол жақ бұрышында шығарылады. Алгоритмнің жұмыс істеу нәтижесі 4-ші суретте көрсетілген.



Сурет 4. Қолданушы енгізген санды танып білу нәтижесі

Сонымен, бұл жұмыста жасанды нейронның математикалық моделі зерттелді, нейрондық желілерді ұйымдастыру үшін жасалған кітапханаларға шолу жасалды. Tensor Flow кітапханасының көмегімен құрылған нейрондық желілерде қолданушы терезеге енгізген сандар тізбегін танып білу бағдарламасы құрылды. Жасалған тәжірибелер алгоритмнің сандар тізбегін жоғары дәлдікпен тани алатынын көрсетті.

Бұл жұмыста алынған нәтижелер қолмен енгізілген математикалық өрнектердегі арифметикалық амалдарды орындайтын бағдарламаны құруда пайдаланылады. Бұл бағдарламаны іске асыру үшін нейрондық желіні үйретуді GUI қолданбасының көмегімен орындау жоспарланады.

#### ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 <https://neuralnet.info/chapter/основы-инс>
- 2 [www.tensorflow.org](http://www.tensorflow.org)
- 3 <http://www.deeplearning.net/software/theano/>
- 4 <https://keras.io/>
- 5 <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>
- 6 <https://www.digialocean.com/community/tutorials/how-to-build-a-neural-network-to-recognize-handwritten-digits-with-tensorflow>

## АНАЛИТИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРУЛЕР АРҚЫЛЫ ШИФРЛЕУ

Ақпаратты сенімді жасыруды шифрлеу кезінде кейбір аналитикалық түрлендірулерді пайдалану қамтамасыз етуі мүмкін. Мысалы, матрицалар алгебрасының әдістерін қолдануға болады, атап айтқанда, матрицаны векторға көбейту.

Кілт ретінде  $n$  элементтері  $a_{ij}$  болатын өлшемді  $A$  шаршы матрицасын қарастыруға болады. Бастапқы мәтін ұзындығы  $N$  символдар блоктарына бөлінеді. Әрбір блок  $n$ -өлшемді  $b_j$  компонентті  $B$  векторы ретінде қарастырылады. Ал блокты шифрлеу процесі  $A$  матрицаны бастапқы векторға көбейту нәтижесі ретінде жаңа  $n$ -өлшемді векторды (шифрленген блок) алу болып табылады.

Жасырынған мәтіннің дешифрленуі сол түрлендірумен, тек берілген  $A$  матрицасына  $A^{-1}$  кері матрицасының көмегімен жүзеге асырылады.

Матрицаны векторға көбейту ереже бойынша жүреді:

$$A \cdot B = C (a_{ij} \cdot b_j = c_i)$$

Егер  $A$  матрицасы кілт ретінде қолданылса, ал  $B$  векторының орнына мәтін таңбаларын қойса, онда  $C$  векторының компоненттері шифрленген мәтін символдары болады.

Үшінші ретті  $A$  айрықша емес шаршы матрицасын кілт ретінде алып, мысал келтірейік:

$$A = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 1 \\ 3 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 13 \end{pmatrix}.$$

Алфавит әріптерін әліпбидегі реттік нөмірге сәйкес келетін сандармен ауыстырамыз. Сонда жасыратын мәтінінің «ЗАЩИТА» сөзін үзінді ретінде алсақ, «8;0;26;9;19;0» нөмірлерінің кезектілігіне сәйкес келеді. Қабылданған шифрлеу алгоритмі бойынша қажетті әрекеттерді орындаймыз:

$$B_1 = \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 26 \end{pmatrix}; \quad B_2 = \begin{pmatrix} 9 \\ 19 \\ 0 \end{pmatrix};$$

$$A \cdot B_1 = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 1 \\ 3 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 13 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 26 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 58 \\ 76 \\ 34 \end{pmatrix} = C_1$$

$$A \cdot B_2 = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 1 \\ 3 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 13 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 9 \\ 19 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 93 \\ 122 \\ 47 \end{pmatrix} = C_2$$

Шифрленген мәтіннің түрі болады: «58;76;34;93;122;47».

Шифрлеу матрицаны векторға көбейту ережелерімен жүзеге асырылады, тек негізді анықтау үшін жасырылған матрицаның кері матрицасын аламыз, ал вектор өзін – өзі өсіруші ретінде-жабық мәтін символдарының тиісті саны алынады; сонда вектор-нәтиже мәні ашық мәтін белгілерінің сандық эквиваленттері болады. «58;76;34;93;122;47» жасырынған мәтінін дешифрлеу үшін  $A^{-1}$  кері матрицасын анықтап, жасырынған мәтін кодын аламыз:

$$A^{-1} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 3 & -5 \\ 1 & -5 & 11 \end{pmatrix}$$

$$B_1 = A^{-1} \cdot C_1 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 3 & -5 \\ 1 & -5 & 11 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 58 \\ 76 \\ 34 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \\ 26 \end{pmatrix}$$

$$B_2 = A^{-1} \cdot C_2 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ -1 & 3 & -5 \\ 1 & -5 & 11 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 93 \\ 122 \\ 47 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 9 \\ 19 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Осылайша, ашық мәтін белгілерінің келесі реті алынды: «8;0;26;9;19;0», бұл бастапқы мәтінге сәйкес келеді. Бұл шифрлеу әдісі формальды болып табылады, бұл оның бағдарламалық құралдарын оңай іске асыруға мүмкіндік береді.

Кілт ретінде  $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$  2-ретті айрықша емес матрицасын қарастырайық.

Онда «8;0;26;9;19;0» коды  $B_1 = \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \end{pmatrix}$ ;  $B_2 = \begin{pmatrix} 26 \\ 9 \end{pmatrix}$ ;  $B_3 = \begin{pmatrix} 19 \\ 0 \end{pmatrix}$  арқылы түрленеді.

Шифрлеу кезінде «16;8;79;35;38;19» алынды.  $A^{-1} = -\frac{1}{5} \begin{pmatrix} -1 & -3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$  кері матрицасы арқылы дешифрлеу кезінде ізделінді кодты аламыз: «8;0;26;9;19;0», одан қайтадан «ЗАЩИТА» сөзін аламыз.

Қазіргі шифрлеу алгоритмдері, шифрлеу алгоритмін өзі білсе де, бірнеше мәтіндер мен тиісті код нөмірлеріне ие болса да, деректердің шифрленген құпия кілтін табу үшін талдаушы мүмкіндігінше аз мүмкіндіктерге ие. Сарапшының талдауларға дайындалуы, ең алдымен, ол бастапқыда талдауға болатын деректер жиынтығын анықтаудан басталады. Сарапшы шифрленген деректердің кейбір бөлігіне ие болса, онда сол арқылы шифрленген деректердің белгісіз бөлігін оқи алу үшін «ықтимал сөздік әдіс» қолданылады.

ӘОЖ 511

Сифатпаева А.М. (18-МКК-1), Еркай А.И. (18-МКК-1),  
Рахметуллина Ж.Т.(ШҚМТУ)

## КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ХИЛЛ ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ МӘТІНДІ ШИФРЛЕУ

Криптография ақпараттың трансформациясы үшін математикалық әдістерді іздеу және зерттеу жұмыстарымен айналысады. Криптография ақпараттың өзгеруіне мүмкіндік береді, оның оқуы (қалпына келтіру) кілтті білу арқылы ғана мүмкін болады. Шифрланған және шифрланған ақпарат ретінде белгілі бір әліпбиге негізделген мәтіндер қарастырылады. Бұл терминдер келесідей түсініледі.

Алфавит - ақпаратты кодтау үшін пайдаланылатын таңбалардың соңғы жиынтығы.

Мәтін алфавит элементтерінің реттелген жинағы. Шифрлау – трансформация (түрлендіру) процесі: мәтіннің мәтіні, сондай-ақ ашық мәтіннің атауы, шифрлы мәтінмен (криптограмма деп те аталады). Берілгендерді шифрлеу сұлбасы:

Берілген мәтін  $\Rightarrow$  Криптографиялық жүйе (кілт)  $\Rightarrow$  Шифрленген мәтін

Дешифрлеу - шифрлеуге кері үрдіс, кілтке сүйеніп, шифрленген мәтіннен берілген мәтінді алу үрдісі. Дешифрлеу сұлбасы:

Шифрленген мәтін  $\Rightarrow$  Криптографиялық жүйе (кілт)  $\Rightarrow$  Берілген мәтін

Математикалық өзгертуді қолдану кезінде шифрлеу жасалынатын, криптографиялық Хилл жүйесін қарастырайық, сызықтық алгебраның көмегімен есептеу. Жеке әріпке алынған берілген шифрды көпалфавитті деп есептеуге болады. Бірақ та жұпты әріптер бірдей шифрленеді. Сондықтан криптографиялық Хилл жүйесін кең ойда түсіну үшін оған біралфавитті шифрді апару керек.

Бастапқы ашық мәтінді ауыстыру әдісімен сандар жиынтығына айналдыру керек. Мысалы, 26 латын әріптерімен жазылған мәтін шифрланады. Әріптерді сандарға ауыстырудың келесі алгоритмін таңдаймыз: латын әріптері А, В, С, D, ..., Z сандарға сәйкес ауыстырамыз 1, 2, 3, 4, ..., 26. Басқа сөзбен айтқанда, әріптерді алфавитте орналастыру тәртібімен нөмірлеп және ауыстыру кезінде олардың реттік нөмірлерін қолданамыз. Бұл жағдайда мұндай ауыстыру алгоритмі таңдалған, бірақ ол кез келген болуы мүмкін.

"FRIEND" ағылшын сөзін шифрлау керек. Әріптерді алфавиттегі реттік нөмірлерге сәйкес сандарға ауыстырамыз: 6-18-9-5-14-4.

Кейін  $d$  санын таңдау керек. Бұл сан алынған сандарды топтарға бөлу тәртібін көрсетеді (әр топта қанша әріп болатынын анықтайды).  $D=2$  деп алып, бұл сандарды 2 саннан топтап, вектор-бағандар түрінде жазамыз.

$$M_1: \begin{pmatrix} 6 \\ 18 \end{pmatrix}, M_2: \begin{pmatrix} 9 \\ 5 \end{pmatrix}, M_3: \begin{pmatrix} 14 \\ 4 \end{pmatrix}$$

Бұдан кейін бастапқы мәтін матрицасын жазу керек. Алған матрицаның анықтаушы 1-ге тең болғаны тиімді:

$$A: \begin{pmatrix} 7 & 9 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

Шифрлау келесі өрнектерді есептеу арқылы орындалады:

$$C_1=A*M_1, C_2=A*M_2 \text{ және } C_3=A*M_3$$

Есептеу нәтижесінде:

$$1. \quad C_1 = \begin{pmatrix} 7 & 9 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 6 \\ 18 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7*6 + 9*18 \\ 3*6 + 4*18 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 204 \\ 90 \end{pmatrix}$$

$$2. \quad C_2 = \begin{pmatrix} 7 & 9 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 9 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7*9 + 9*5 \\ 3*9 + 4*5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 108 \\ 47 \end{pmatrix}$$

$$3. \quad C_3 = \begin{pmatrix} 7 & 9 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 14 \\ 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7*14 + 9*4 \\ 3*14 + 4*4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 134 \\ 58 \end{pmatrix}$$

Соңғы шифрлау нәтижесінде қалдықтарды вектор-баған элементтерін 26 бүтін санына бөліп табамыз:

$$C_1 \begin{bmatrix} \text{mod}(204, 26) \\ \text{mod}(90, 26) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 22 \\ 12 \end{bmatrix}; C_2 \begin{bmatrix} \text{mod}(108, 26) \\ \text{mod}(47, 26) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 21 \end{bmatrix}; C_3 \begin{bmatrix} \text{mod}(134, 26) \\ \text{mod}(58, 26) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 6 \end{bmatrix}$$

Байланыс арнасы бойынша шифрлау нәтижесінде сандардың реті түзетіледі: 22-12-4-21-4-6. Сәйкесінше «FRIEND» деген сөз «VLDUDF» деп шифрленді.

Бұл шифрлеуді қайта шешу үшін, басында алған матрицаға кері матрицаны аламыз:

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 4 & -9 \\ -3 & 7 \end{pmatrix}$$

Оны шифрлеудің нәтижесінде шыққан вектор-бағандарға көбейтеміз.

$$\begin{pmatrix} 4 & -9 \\ -3 & 7 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 22 \\ 12 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -20 \\ 18 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 4 & -9 \\ -3 & 7 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 4 \\ 21 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -173 \\ 135 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 4 & -9 \\ -3 & 7 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -38 \\ 30 \end{pmatrix}$$

Кейін 26 санына бөліп, қалдығын алғанда, қайтадан бастапқы вектор шығады:

$$M_1: \begin{pmatrix} 6 \\ 18 \end{pmatrix}, M_2: \begin{pmatrix} 9 \\ 5 \end{pmatrix}, M_3: \begin{pmatrix} 14 \\ 4 \end{pmatrix}$$

## АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Моделирование - один из методов познания, форма отражения действительности, заключающаяся в воспроизведении свойств реальных объектов и явлений с помощью других объектов, процессов, явлений, либо с помощью абстрактного описания в виде изображения, совокупности уравнений, алгоритмов и программ.

Метод компьютерного моделирования позволяет отразить структуру рассматриваемой сложной динамической системы, привнести в модель факторы неопределенности, обеспечивает итеративный процесс разработки модели, что необходимо для работы архитекторов.

Выгоды от использования средств компьютерного 3D моделирования - помощь в принятии проектных решений, сокращение времени работы, использование 3D модели здания для получения полного комплекта архитектурной документации: планы этажей, разрезы, фасады, конструктивные детали, расчеты объемов, стоимости здания; моделирование позволяет получить прогноз, определить управляющие воздействия, которые приведут к благоприятному развитию событий.

Модель здания может использоваться для многих целей, включая визуализацию, выявление конфликтных ситуаций, анализ правильности принятых решений, проведение расчетов. Различные типы моделей требуют различных решений. Факторы сложности и размера объекта, наличие требуемого программного и технического обеспечения также определяют пути создания наилучшей модели. Факторы, которые, прежде всего, влияют на выбор подхода по моделированию: цели создания модели, сложность модели, размер модели, технические средства.

Имеется несколько видов компьютерных моделей, используемых в архитектурной практике. Наиболее важные: концептуальная модель, модель визуализации (предназначена для построения реалистических изображений и видеороликов), BIM и модель координации строительства.



Рисунок 1- Четыре типа наиболее важных компьютерных моделей

Концептуальные модели используются на ранних этапах проектирования. Основная цель - оказание помощи в принятии проектных решений.

Модель визуализации предназначена только для визуализации, не используется для создания документации, содержит только то, что следует показать при визуализации. Уровень детализации зависит от требуемого качества. Не нужна высокая точность модели.

Модель BIM (информационная модель здания) - требует высокой согласованности 3D-модели, 2D-документации и приписываемых к BIM данных. Процесс построения модели более длительный, чем при традиционных подходах в САПР, но после построения модели любые изменения, вносимые в проект, автоматически распространяются на всю документацию. Модель может использоваться на протяжении всего жизненного цикла существования проекта. Моделированию подвергается всё здание и при этом модель должна содержать всю необходимую архитектурную информацию (покрытия, компоненты, материалы и т.д.). Модель строится из реальных архитектурных элементов (стены, перекрытия, крыши и т.д.), что дает возможность производить точные и корректные расчеты. Уровень детализации моделирования должен соответствовать точности представления чертежей.

Модели координации строительства - новое явление в индустрии. Суть заключается в дополнении трехмерной модели BIM стоимостными и временными характеристиками, что позволяет компаниям лучше координировать процесс строительства и управлять финансами.

Сложность объекта влияет на сложность модели. Современная архитектура исповедует свободные формы, использует специальные конструктивные элементы. Свобода требует наличия развитых методов компьютерного моделирования, современного программного обеспечения, точной координации выполнения всех этапов моделирования.

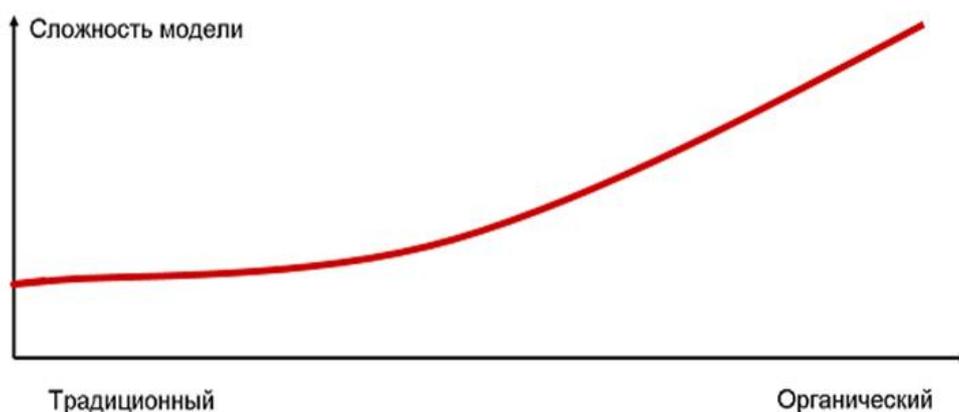


Рисунок 2 –Связь сложности архитектурных объектов с 3D моделированием

Функциональные возможности ПО могут существенно повлиять на выбор наилучшей стратегии моделирования. Объект исследования: ArchiCAD.

МОДЕЛЬ «УМНОГО ДОМА» НА ОСНОВЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО  
ТЕХНОЛОГИИ VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

Быстрый рост беспроводной связи привел к увеличению спроса на современные мобильные приложения, используемые в повседневной жизни. В контексте концепции Интернета вещей (IoT) «умный дом» привлек большое внимание и является многообещающей технологией для повышения комфорта, безопасности и защищенности. «Умный дом» - это одна из реализаций идеалов домашней автоматизации с использованием определенного набора технологий. То есть это дом, в котором есть высокоразвитые автоматические системы освещения, контроля температуры, безопасности, бытовой техники и многих других функций. Благодаря технологии «умный дом» предметы домашнего обихода, такие как лампы, термостаты и замки, подключаются по беспроводному соединению и становятся «умнее».

В настоящее время три основные технологии умного дома, Insteon [1], Z-Wave [2] и ZigBee [3], борются за долю рынка в области беспроводной домашней автоматизации. Все эти технологии работают в радиочастотном спектре, который перегружен растущим числом пользователей и устройств, а также подвержен взлому. Этот надвигающийся кризис спектра в полосе 2,4 ГГц приведет к неспособности справиться с постоянно растущим спросом на мобильные телефоны и устройства для «умного дома». Существующие технологии для домашней автоматизации обеспечивают эффективную систему управления, но для устранения растущего разрыва в пропускной способности требуются новые коммуникационные технологии.

В качестве альтернативы для ближней связи предлагается использовать связь в видимом свете [4–6]. Visible Light Communication (VLC) является одной из передовых технологий оптической беспроводной связи, которая использует видимый свет длиной волны 375–780 нм электромагнитного спектра в качестве среды для передачи данных. В отличие от других систем беспроводной связи, видимый свет не регулируется и обладает уникальной способностью обеспечивать освещение и связь одновременно. Кроме того, VLC защищен от взлома, поскольку свет не может проникать сквозь стены, а также обеспечивает высокую скорость передачи данных по сравнению с обычными беспроводными технологиями на основе радиочастот, такими как Wi-Fi и Bluetooth. Поэтому его можно считать жизнеспособной альтернативой традиционным технологиям радиочастотной связи.

В бытовой электронике и оборудовании уже широко распространено инфракрасное управление устройствами. Однако, данная технология ограничивает универсальность в технологиях «умного дома» по сравнению с VLC, который предлагает освещение плюс беспроводные соединения, а также обеспечить разнообразное управление для устройств «умного дома».

На сегодняшний день обширные исследования в системах VLC были в основном сосредоточены на однопользовательской высокоскоростной передаче данных [7]. Кроме того, стандарт IEEE 802.15.7 концентрируется на двухточечных каналах связи [8]. Недавние исследования продемонстрировали потенциал VLC для многопользовательских сценариев [9], хотя исследования были ограничены однонаправленной передачей. Несколько исследований в литературе по VLC посвящены однопользовательской двунаправленной передаче с использованием дуплекса с временным разделением [10]. Кроме того, группа исследователей предложила новую схему распределения пользователей для VLC с использованием цветового кластера, причем схема распределения была ограничена пользователями в конкретном кластере [11]. Данная статья нацелена на проектирование системы VLC с гибкостью, позволяющей расширить ее функционирование для «умных домов» в рамках двунаправленной структуры передачи с несколькими устройствами.

Предлагаемая модель «умного дома» основана на том факте, что практически все объекты в доме можно легко контролировать с помощью видимого света с незначительным вредом для человека. Система VLC использует светодиоды в качестве передающих устройств, в то время как фотодетекторы используются в качестве приемников. Поэтому данная технология считается эффективной, поскольку инфраструктура для освещения может использоваться также для связи.

Рекомендуется использовать красный, зеленый и синий (RGB) светодиоды, которые обеспечивают более высокую скорость передачи данных по сравнению с белыми светодиодами на основе фосфора. Данные передаются в двух направлениях для нескольких устройств с использованием отдельных цветовых лучей от светодиодов RGB, где красный цвет используется для передачи данных по нисходящей линии связи, зеленый - для синхронизации и синий - для передачи по восходящей линии связи. Для поддержки множественного доступа ортогональный код назначается каждому устройству. Следовательно, устройства могут эффективно управляться путем выделения ортогонального кода каждому устройству для передачи и приема данных в полнодуплексном режиме. Скорость передачи данных с помощью предложенной модели сможет обеспечить быструю и эффективную работу устройств в умных домах.

На рисунке 1 показана типичная внутренняя среда, где оценивается предложенная модель двунаправленного VLC для нескольких устройств в «умном доме». Четыре передающих светодиодных массива используются для обеспечения связи в «умном доме», за исключением достаточного освещения, в то время как в центре потолка установлен один фотоприемник для приема данных от устройств восходящей линии связи (случай I). Производительность системы VLC в значительной степени зависит как от оптической мощности, получаемой от линии прямой видимости, так и от расстояния между светодиодным передатчиком и приемником. Таким образом, для надежного и лучшего анализа производительности рассматриваемой внутренней среды мы выбрали три вероятных местоположения в комнате таким образом, чтобы эти

места адекватно представляли комнату, учитывая расстояние от передатчиков. Следовательно, предполагается, что устройства расположены в следующих положениях: устройство 1 – в самом дальнем углу комнаты (0,1; 0,1; 0,85), устройство 2 – в центре комнаты (2,5; 2,5; 0,85), устройство 3 – посередине (0,9; 1,3; 0,85).

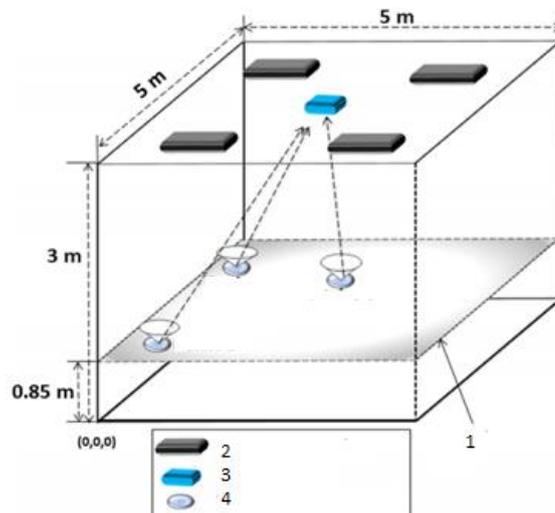


Рисунок 1. Внутренняя среда для умного дома на основе VLC с одним приемником восходящей линии связи (случай I): 1-приемная поверхность, 2-передатчик нисходящей линии связи, 3- передатчик нисходящей линии связи, 4-приемопередатчик (устройство восходящей связи).

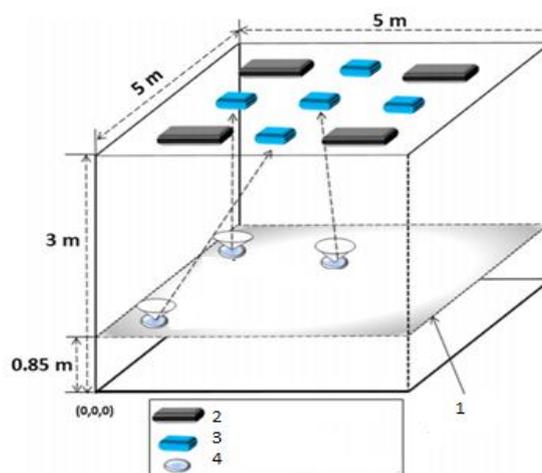


Рисунок 2. Внутренняя среда для умного дома на основе VLC с разнесением приемников (случай II): 1-приемная поверхность, 2-передатчик нисходящей линии связи, 3-передатчик нисходящей линии связи, 4-приемопередатчик (устройство восходящей связи).

Во время передачи по восходящей линии связи от устройств, которые из-за конструктивных ограничений часто ограничены доступной мощностью для их

работы, производительность устройств сильно ухудшается, особенно в дальних углах комнаты. Чтобы повысить производительность при таком способе передачи, используются пять приемников восходящей линии связи. На рисунке 2 показана внутренняя среда с пятью приемниками, установленными на потолке, чтобы улучшить рабочие характеристики устройств, присутствующих в отдаленных местах внутренней среды (случай II). Эта модель представляет собой систему двунаправленной связи на основе чистого видимого света для «умных домов».

Предполагается, что блок передачи и приема видимого света устанавливается поверх бытовой техники, такой как мобильные телефоны, ноутбуки, телевизор и кондиционер. Блок управления, установленный на потолке, обеспечивает команды синхронизации и инструкции для устройств на основе запроса, полученного от пользователей. Блок управления также выдает домашним или удаленным пользователям уведомление о текущем состоянии устройств в «умном доме». Пользователи смогут получать уведомления на мобильном устройстве через нисходящую линию VLC (домашние пользователи) или беспроводные сети (удаленные пользователи). Таким образом, пользователи могут управлять устройствами и выполнять любые типы желаемых задач с помощью мобильного устройства.

Мы смоделировали систему для распределения отношения сигнал/шум (SNR) (рисунок 3) во всех возможных местах в помещении. Результаты моделирования показывают, что предлагаемая система может эффективно работать для нескольких устройств в типичной среде VLC внутри помещений в обоих направлениях, в зависимости от их местоположения. Кроме того, результаты показывают, что методы компенсации требуются для тех устройств, которые расположены в областях с низким SNR.

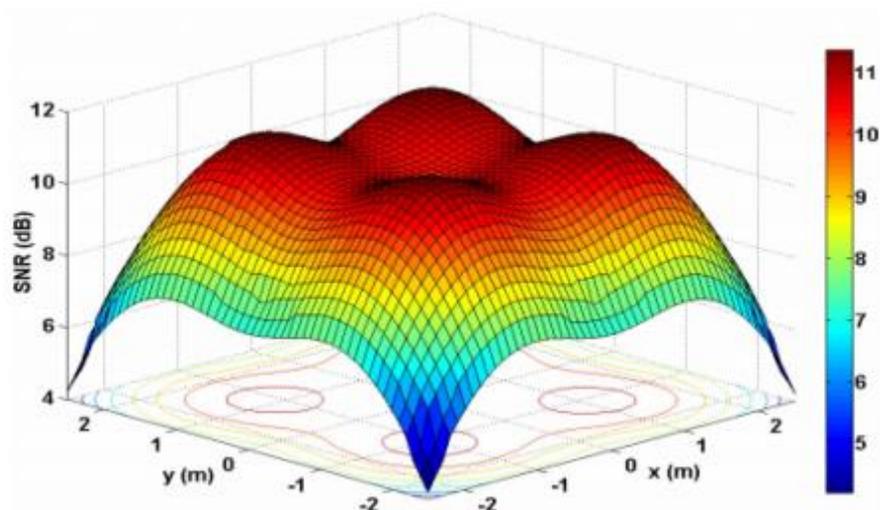


Рисунок 3. Распределение сигнал/шум (SNR) для внутренней среды

В работе представлена модель двунаправленной линии VLC для «умного дома». Наиболее сложной проблемой для развертывания интеллектуального

дома на основе VLC является предоставление восходящей линии связи. Предложенная модель на основе VLC может способствовать созданию доступного, экологичного и безопасного умного дома.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kim J.E., Boulos G., Yackovich J., Barth T., Beckel C., Mosse D. Seamless integration of heterogeneous devices and access control in smart homes // International Conference on Intelligent Environment, Guanajuato. – 2012.
2. Vijayananda W.M.T., Samarakoon K., Ekanayake J. Development of a demonstration rig for providing primary frequency response through smart meters // International Universities Power Engineering Conference, Cardiff, Wales. – 2010.
3. Han J., Choi C.S., Park W.K., Lee I., Kim S.H. Smart home energy management system including renewable energy based on ZigBee and PLC // IEEE Trans. Consum. Electron. 60(2). – pp.198–202. – 2014.
4. Komine T., Nakagawa M. Fundamental analysis for visible-light communication system using LED lights // IEEE Trans. Consum. Electron. 50(1). – pp.100–107. – 2004.
5. Burchardt H., Serafimovski N., Tsonev D., Videv S., Haas H. VLC: beyond point-to-point communication // IEEE Commun. Mag. 52(7). – pp.98–105. – 2014.
6. Jovicic A., Junyi L., Richardson T. Visible light communication: opportunities, challenges and the path to market // IEEE Commun. Mag. 51(12). – pp.26–32. – 2013.
7. Han P.P., Sewaiwar A., Tiwari S.V., Chung Y.H. Color clustered multiple-input multiple-output visible light communication // J. Opt. Soc. Korea 19(1). – pp.74–79. – 2015.
8. Rajagopal S., Roberts R.D., Lim S. IEEE 802.15.7 visible light communication: modulation schemes and dimming support // IEEE Commun. Mag. 50(3). – pp.72–82. – 2012.
9. Bandara K., Chung Y.H. Novel color-clustered multiuser visible light communication // Trans. Emerg. Telecommun. Technol. 25(6). – pp.579–590. – 2014.
10. Liu Y.F., Yeh C.H., Chow C.W., Liu Y., Liu Y.L., Tsang H.K. Demonstration of bi-directional LED visible light communication using TDD traffic with mitigation of reflection interference // Opt. Express 20(21). – pp.23024–23091. – 2012.
11. Sewaiwar A., Tiwari S.V., Chung Y.H. Novel user allocation scheme for full duplex multiuser bidirectional Li-Fi network // Opt. Commun. 339. – pp. 153–156. – 2015.

## ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ

В XXI в. Мировое сообщество вступило в новую эру своего развития, названную глобальным информационным обществом (ГИО). Отличительной чертой ГИО является то, что в нем знания и информация приобретают роль внешних производственных факторов, становятся материальной основой существования общества.

Формируются целые отрасли, специализирующиеся на использовании высоких технологий, к которым в первую очередь относятся производство “информационных продуктов” и эффективное их распределение в среде инфокоммуникаций.

Для эффективной передачи и распределения информации в структуре ГИО создана и непрерывно развивается Всемирная сеть связи (World wide communication network), представляющая из себя совокупность всех взаимосвязанных национальных сетей связи на земном шаре. Технической же основой любой современной сети являются информационные транспортные сети, предназначенные для высококачественной и безаварийной передачи информации в виде стандартных или нормализованных цифровых потоков от производителя к потребителю.

Как видно из рисунка (Рис.1) транспортная сеть предназначена для передачи любых информационных сообщений в цифровом виде. По своей сути транспортная сеть-это совокупность узлов коммутации, пунктов ввода отдельных цифровых потоков, линий передачи с регенераторами и мультиплексорами. Во всех узлах транспортной сети возможно переключение трактов для вывода и ввода информационных потоков. Кроме того, в узлах сети тракты могут переключаться в случае повреждений на передачи или в оборудовании.

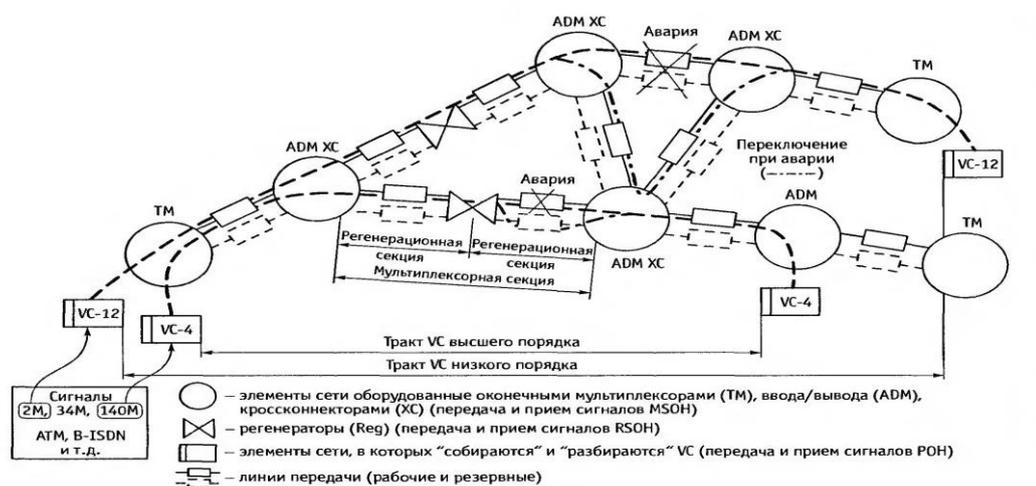


Рис.1 Фрагмент транспортной сети с использованием систем передачи SDH

## Архитектура транспортных сетей

Транспортная сеть должна быть надежной и живучей. Термин “надежность” означает, что сеть должна безотказно работать на протяжении определенного промежутка времени. Термин “живучесть сеть” говорит о том что абонент сети не получает отказа в услугах связи, даже если сеть повреждена на отдельных участках.

К числу основных архитектур(конфигураций) транспортных сетей относятся: линейная сеть, а также двух- и четырех волоконные кольца.

Линейные сети обычно содержат два приемопередающих оконечных устройства, например, мультиплексоры SDH, мультиплексоры ввода/вывода ADM и регенераторы. Пример конфигурации линейной сети приведен на рисунке 2.

На рисунке реализован принцип защиты линейной сети в режиме 1+1, т.е для одной рабочей секции мультиплексирования создается одна резервная, что обозначает полное гарантированное резервирование всего трафика между терминалами.

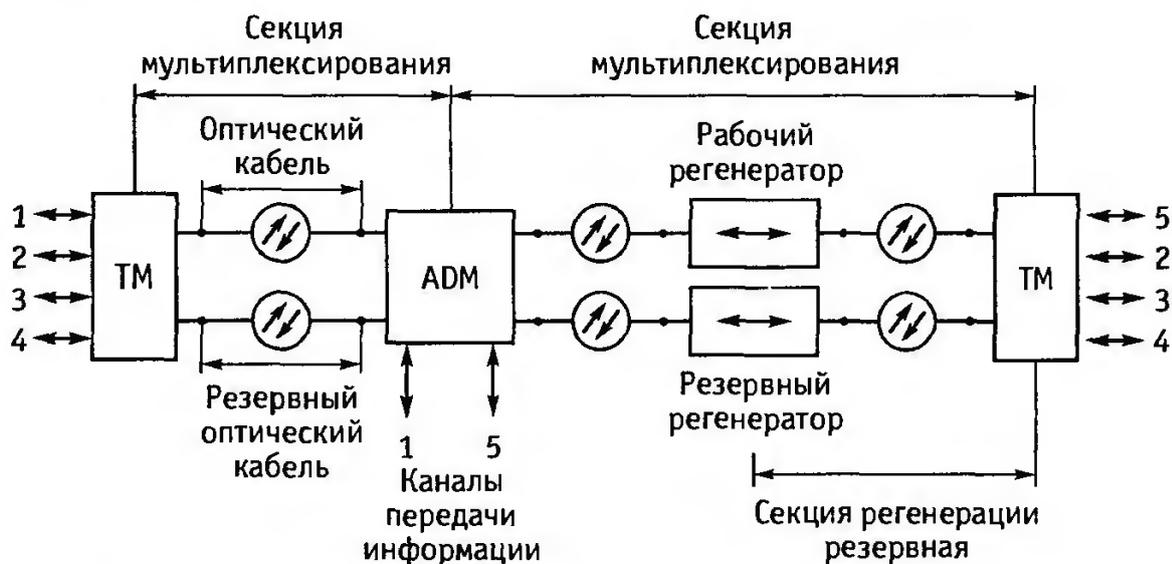


Рис.2 Линейная архитектура транспортной сети с резервированием секций мультиплексирования

Кольцевые сети получили широкое распространение у местных и региональных операторов благодаря их особым свойствам “живучести” и относительно невысокой стоимости. Повреждения линий и отказы аппаратуры в таких сетях могут быть заблокированы и обойдены без существенных потерь для информационных сигналов.

Примеры показаны на рис.3-5



Рис 3 Однонаправленное кольцо с защитой отдельного тракта



Рис 4. Двухнаправленное кольцо с защитой секций мультиплексирования

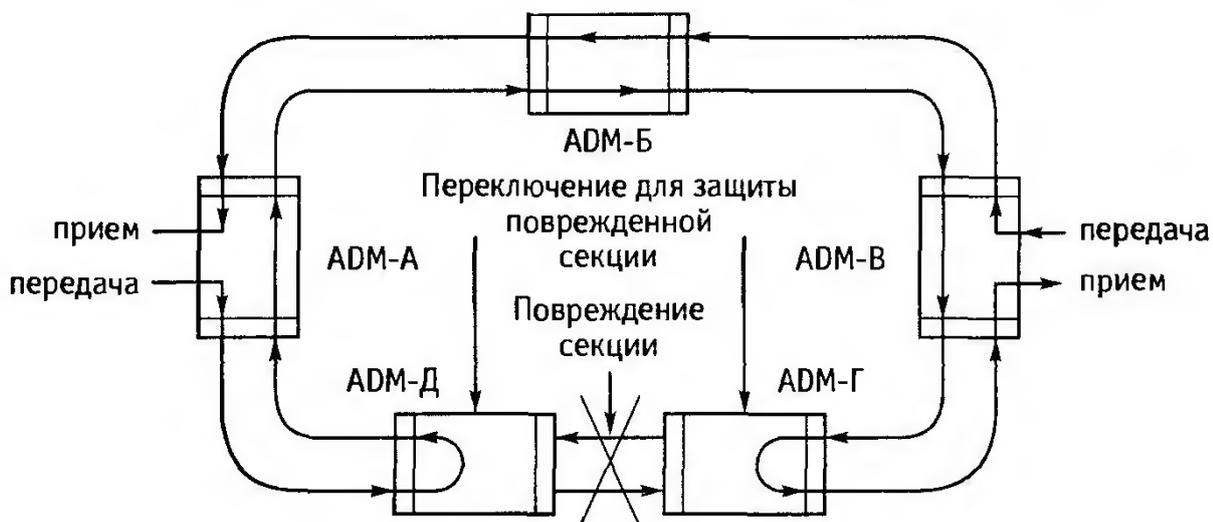


Рис.5 Защитное переключение в кольцевой сети

Несколько мультиплексов ввода-вывода можно подключать к одному оптоволоконному кольцу через их главные интерфейсы. Такая организация транспортной сети удобна для городских телефонных сетей (рис.7). Четыре телефонные станции подключены посредством мультиплексов ввода-вывода (ADM ) к синхронному транспортному кольцу. Внутри кольца организована транспортировка модулей STM-4 со скоростью передачи цифрового потока 622Мбит/с.

Цифровые телефонные станции подключаются к мультиплексорам непосредственно, а аналоговые телефонные станции-через устройства сопряжения, переводящие аналоговый сигнал в цифровой и согласовывающие сигналы управления станциями. В качестве примера на рис.7 указаны типы оборудования (мультиплексорного и сопряжения), производимого компанией “Huawei Technologies Co.,Ltd”.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Interconnecting Cisco Networking Devices Part 1.T. 1. Версия 1.0: Руководство для студента.- USA: Cisco, 2007.- 380 с. ICND1
2. Interconnecting Cisco Networking Devices Part 1.T. 1. Версия 1.0: Руководство для студента.- USA: Cisco, 2007.- 254 с. ICND2
3. Interconnecting Cisco Networking Devices Part 1. Версия 1.0: Руководство по лабораторным работам.- USA: Cisco, 2007.- 256 с. ICND1

## ҒИМАРАТ ІШІНДЕГІ НАВИГАЦИЯЛЫҚ БАҒДАРДЫҢ МОБИЛЬДІК ҚОСЫМШАСЫН ӘЗІРЛЕУ

IOS және Android платформаларында мобильді құрылғылар қазіргі уақытта әлемдегі ең танымал навигаторлар болып табылады. Навигаторлардың өндірушілері қазірдің өзінде Android платформасында флагмандық құрылғыларды шығара бастады, бірақ iPad немесе iPhone-ның кез-келген гаджеттерді танымал құрылғылардың толық аналогтарына айналдыратын бағдарламаларды сатып ала алады. Дегенмен, бөлек құрылғылар болып табылатын навигаторлар әлі де артықшылықтарға ие.

Қазіргі таңда әртүрлі жерлерге іс-сапарлармен сізге белгісіз ғимараттың ішіне кірген кезде, ол ғимарат туралы ақпарат алуды қажет етеді.

Ғимараттың ішінен сізге керекті аудиторияларды не болмаса кеңсенің қай қабатында және ол жерге қалай баруға болатынын көру үшін бағдарлама немесе нұсқаушы керек болады. Мұндай екі таңдаудың ішінен тиімдісі бағдарлама болып табылады. Бағдарламаның маңыздылығы:

- қысқа маршрутты табу;
- маршруттың ұзындығын табу;
- факультеттер және кафедралар тізімін шығару;
- қысқа уақыт ішінде кеңсе, аудитория және т.б. жерлер туралы толық ақпаратты алу;

Ғылыми мақаланы жазу барысында оның құрылымы 3 бөлікке бөленген.

Бірінші бөлімде Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетін сипаттау болып табылады. Яғни ШҚМТУ туралы толық ақпаратты жинау. Факультеттер мен кафедралар тізімін жинақтау – бұл бірінші бөлімге тиесілі.

Екінші бөлімде жобалау ортасын таңдауды жатқызуға болады. Біз жобалау ортасы ретінде Android Studio таңдаған болатынбыз. Бұл кезеңге деректер базасын жобалау, ШҚМТУ-ң 3D моделін сызу және т.б. жұмыстар орындалды.

Үшінші бөлімде машиналық жобалау кезеңі жатады. Бұл бөлімде жоғарыда көрсетілген бөлімдердегі жинақталған ақпараттар арқылы Android Studio ортасында бағдарламаны құру және оны тестілеуден өткізу.

Енді осылардың әрқайсысына жеке-жеке тоқталайық.

1 Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетін сипаттау. Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті (ШҚМТУ) – Өскемен қаласындағы техникалық және экономикалық бағыттағы мамандар даярлайтын жоғары оқу орны.

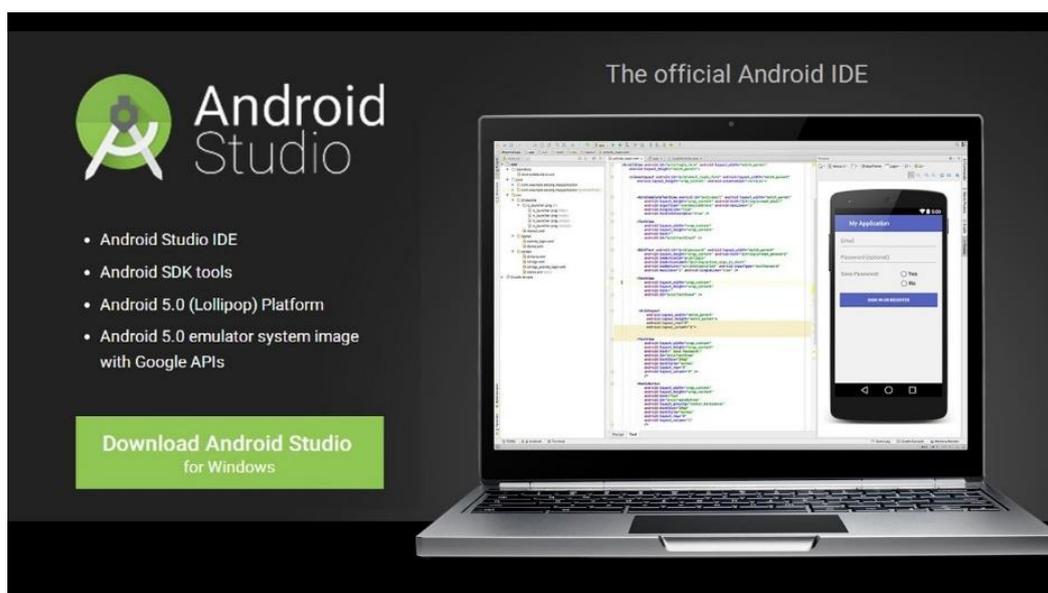
Қазіргі күнде университеттің 8 факультетінде 43 мамандық бойынша мамандар оқытылады. Университет базасында Қазақстанда тұңғыш рет “университет-технопарк” аталатын инновациялық университет үлгісі

құрылып, Алтай ғылыми-техникалық бағы жұмыс істейді. Университет қабырғасында Жоғары технологиялар аймағы бағдарламасы жемісті жүзеге асырылуда.

Университет 8 факультеттен, әскери кафедранан, және IT-колледжден тұрады:

- Foundation факультеті;
- Ақпараттық технологиялар мектебі;
- Бизнес және кәсіпкерлік мектебі;
- Жер туралы ғылымдар факультеті;
- Инженерия факультеті;
- Сәулет-құрылыс факультеті;
- Өскемен халықаралық жоғары техникалық мектебі;
- Энергетика факультеті.

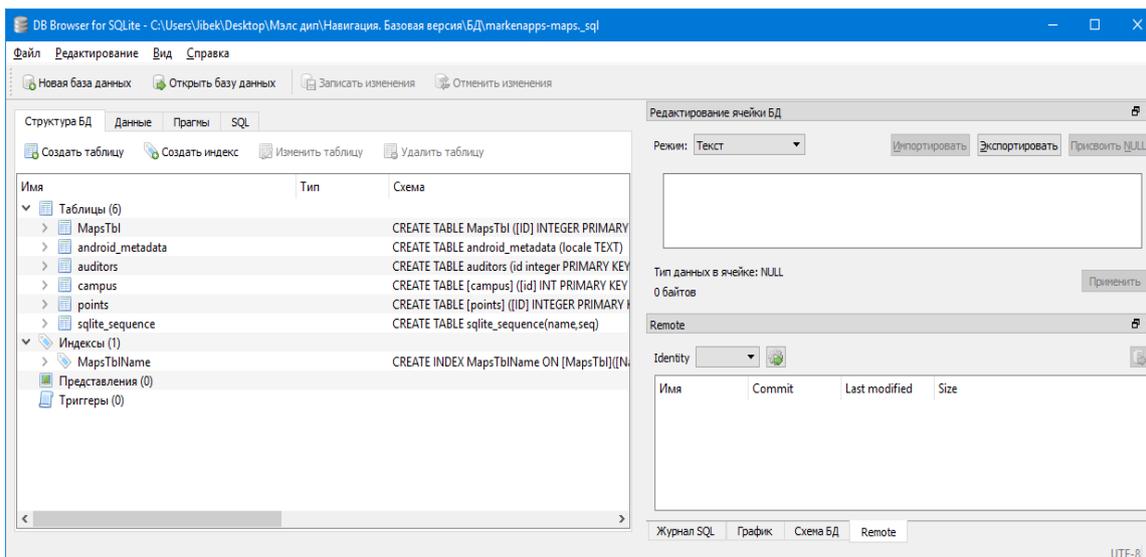
2. Бағдарламалық құралдарды жасақтау. Android Studio - Android платформасымен жұмыс істеуге арналған интеграцияланған даму ортасы (IDE) болып табылады. JetBrains IntelliJ IDEA бағдарламалық жасақтамасына негізделген Android Studio - ресми Android қосымшаларын әзірлеу құралы болып бекітілген. Ол 2-ші суретте көрсетілген.



Сурет 2. Android Studio IDE

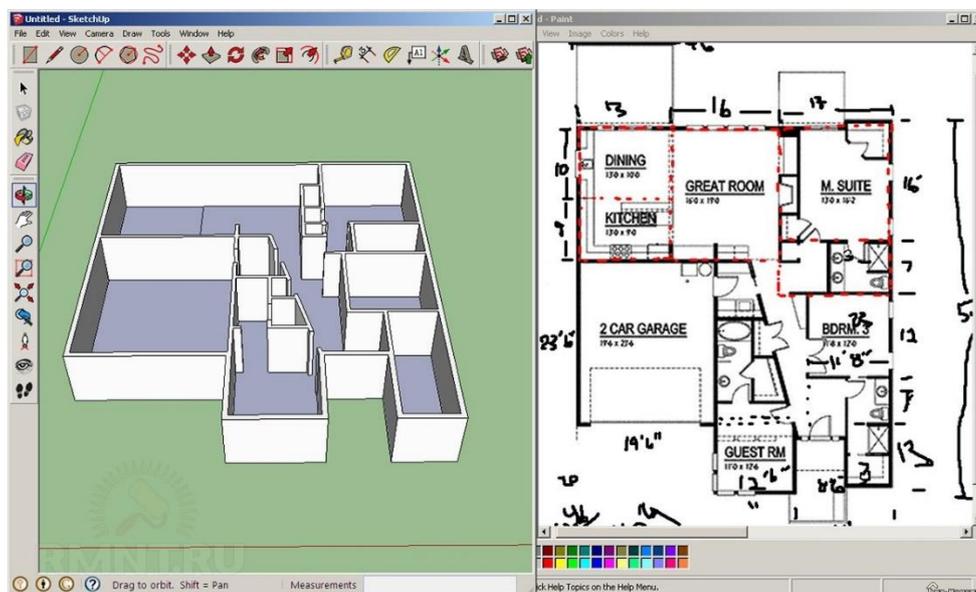
Бұл даму ортасы Windows, OS X және Linux үшін қол жетімді болып келеді. 2017 жылғы 17 мамырда жыл сайынғы Google I/O конференциясында Google Android Studio бағдарламасында пайдаланылатын Kotlin тілін Java және C++ қосымшаларына қоса Android платформасы үшін ресми бағдарламалау тілі ретінде қолдады.

Android Studio ортасына деректерді байланыстыру үшін SQLite тілі пайдаланылды. Деректерді өңдеу үшін DB Browser for SQLite бағдарламасы қолданылды, ол 3-ші суретте көрсетілген.



Сурет 3. DB Browser for SQLite бағдарламасы

Android Studio ортасында құрылған проектіні навигациялық бағдарламаға айналдыру үшін бізге ШҚМТУ-нің 3D моделін сызып алу керек ол үшін бізге SketchUp бағдарламасы керек.



Сурет 4. SketchUp бағдарламасы

SketchUp бағдарламасында сызылған мысал 4-ші суретте көрсетілген.

3. Машиналық кезенді жүзеге асыру. Бұл кезеңде біз проектімізге жүктелген карталар бойынша оларға маркерлерді тіркеп, оларға жүктелген координаталар арқылы графф шыңдарын қолданамыз. Ол үшін Java кітапханаларын қолданамыз. Төменде аудиториялар, корпустар, этаждар туралы тізімдерді жүктеу және корпустардағы этаждар санын көру кодының үзіндісі көрсетілген.

Бағдарламалық кодтың үзіндісі:

```
public static void loadmap(int corp, int stage, String auditory) {  
    loadAud = auditory;  
    loadCorp = corp;  
    loadStage = stage;  
}  
final TextView title = (TextView)  
vFragment.findViewById(R.id.tvAuditory);  
title.setText("Корпус: " + corp + "\nЭтаж: " + stage);
```

Ғимараттың ішінде навигациялық бағдарламаны құру барысында келесідей бағдарламалық құрал саймандар қолданылды:

- Android Studio;
- Genymotion;
- AllFusion Process Modeler r7;
- Visual UML5;
- Microsoft Office;
- SQLite explorer;
- Adobe Photoshop CC;

Бұл мақалада кез келген ғимараттарға арналған бағыттаушы бағдарламаны мобильді қосымшаны әзірлеудің негізгі принциптері қарастырылған. Мұнда ғылыми жұмыстың мақсатына сәйкес жобаланатын ДБ-ң қандай мақсатта құрылатыны, оған қандай және қанша қолданбалы программалар пайдаланылатыны, 3D нысан жобаланды.

Ғылыми жұмыстың барысында: ШҚМТУ-нің факультеттері мен кафедралары сипатталды; бағдарламалық құралдар жасақталды; ғимараттың 3D кескіні құрылды; деректер базасын құрылды және бағдарламалау ортасымен байланыстырылды; машиналық бөлім толықтай орындалынып бағдарламалық кодтың үзіндісі сипатталынды;

## ПАЙДАЛЫНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Sally E. Slack Android Companion; **Struik Publishers** - Москва, 2011. - 288 с.
2. Голощапов, Алексей Google Android. Программирование для мобильных устройств / Алексей Голощапов. - М.: БХВ-Петербург, 2012. - 448 с.
3. Д.Серікбаев атындағы ШҚМТУ сайты: <https://ektu.kz/>
4. Биллиг, В. А. Основы объектного программирования на C# (C# 3.0, Visual Studio 2008)
5. Barry, Burd Android Application Development All-in-One For Dummies®
6. Ed Burnette Hello, Android 2e; **Sourcebooks, Inc.**

## ГИДРОДИНАМИКАДАҒЫ АЙЫРЫМДЫҚ СҰЛБАЛАРДЫҢ ӘДІСТЕРІ

Бұл мақала гидрогазодинамика теңдеулерінің сандық шешіміне арналған. Онда теңдеулердің әртүрлі формалары мен шекаралық жағдайлардың нұсқалары қарастырылады, әрине айырымдық схемалардың әртүрлі типтері сипатталады, олардың дәлдігі, тұрақтылығы және ұқсастығы талқыланады. Алынған ақпаратты бағдарламалау және өңдеу бойынша ұсыныстар беріледі.

1 мысал. Эллиптикалық типке қатысты Пуассон теңдеуі үшін айырмашылық схемасы.

Квадраттың осьтеріне параллель жағынан тұратын тіктөртбұрыш болып табылатын аймақта  $A$  және  $f(x, y)$  теңдеуі үшін бірінші шекаралық есепке алудың айырмашылық сұлбасының құрылысын қарастырайық. Бұл тіктөртбұрышпен  $h_x$  және  $h_y$  қадамдарымен біртұтас торды орнатыңыз.

Есептің қойылымы:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x, y), \quad (1)$$

Шекаралық шарттар

$$\begin{aligned} u(x, y_0) &= g(x), u(x, y_M) = k(x), \\ u(x_0, y) &= l(y), u(x_N, y) = m(y), \end{aligned}$$

оператордың формасында жазылуы мүмкін:

$$Lu \equiv \begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}, & x_0 < x < x_N, y_0 < y < y_M, \\ u(x, y_0), & x_0 \ll x \ll x_N, y = y_0, \\ u(x_0, y), & x = x_0, y_0 \ll y \ll y_M, \\ u(x_0, y_M), & x_0 \ll x \ll x_N, y = y_M, \\ u(x_N, y), & x = x_N, y_0 \ll y \ll y_M. \end{cases} \quad (2)$$

$$f \equiv \begin{cases} f(x, y), & x_0 < x < x_N, y_0 < y < y_M, \\ g(x), & x_0 \ll x \ll x_N, y = y_0, \\ l(y), & x = x_0, y_0 \ll y \ll y_M, \\ k(x), & x_0 \ll x \ll x_N, y = y_M, \\ m(y), & x = x_N, y_0 \ll y \ll y_M. \end{cases} \quad (3)$$

$$Lu = f,$$

Бұл жазбаға шекаралық шарттар да кіреді.

Дифференциалды операторларды айырымдық операторлармен ауыстыру арқылы теңдеулер аламыз

$$\frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h_x^2} + \frac{u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1}}{h_y^2} = f_{i,j},$$

$$i = 1, \dots, N - 1, j = 1, \dots, M - 1,$$

ол екінші ретті  $0 (h^2 + h^2)$  дәлдікпен бастапқы дифференциалдық теңдеуге жақын және доменнің барлық ішкі нүктелерінде жұмыс істейді.

Шекаралық шарттардың айырмашылықтары нысанға ие болады

$$u_{i,0} = g_i, u_{0,j} = l_j, u_{i,M} = k_i, u_{N,j} = m_j,$$

$$i = 0, 1, \dots, N, j = 0, 1, \dots, M.$$

Дифференциалдық теңдеудің айырымдық жақындауы, шекаралық шарттардың айырмашылығымен бірге Пуассон теңдеуі үшін айырым схемасын құрайды.

Шекаралық есепке ұқсас айырмашылық схемасы операторлық пішінде жазылуы мүмкін:

$$L_h u^{(h)} = f^{(h)},$$

онда  $L /$  -де айырмашылық теңдеуі мен айырмашылықтың шекаралық шарттары қосылады:

$$L_h u^{(n)} = \begin{cases} \frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h_x^2} + \frac{u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1}}{h_y^2}, & i = 1, \dots, N - 1, \\ & j = 1, \dots, M - 1, \\ u_{i,0}, & i = 0, \dots, N, j = 0, \\ u_{0,j}, & i = 0, j = 0, \dots, M, \\ u_{i,M}, & i = 0, \dots, N, j = M, \\ u_{N,j}, & i = N, j = 0, \dots, M, \end{cases} \quad (4)$$

$$f^{(h)} = \begin{cases} f_{i,j}, & i = 1, \dots, N - 1, j = 1, \dots, M - 1, \\ g_i, & i = 0, \dots, N, j = 0, \\ l_j, & i = 0, j = 0, \dots, M, \\ k_i, & i = 0, \dots, N, j = M, \\ m_j, & i = N, j = 0, \dots, M, \end{cases} \quad (5)$$

Айырымдық теңдеу осы теңдеудің айырымдық үлгісін құрайтын бес нүктедегі тор функциясының мәндерін байланыстырады. Бұл жағдайда бұл үлгі крест деп аталады. Бұл теңдеудің басқа да үлгілерін ұсынуға болады.

2 мысал. Қарапайым параболикалық теңдеу үшін айырымдық схема (жекелеген ұзындықтағы стержендегі стационарлы емес жылуөткізгіштігі).

Келесі тапсырманы қарастырайық:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x, t), 0 < x < 1, 0 < t \ll T,$$

$$u(x, 0) = g(x), 0 \ll x \ll 1, \quad (6)$$

$$u(0, t) = l(t), u(1, t) = m(t), 0 \ll t \ll T.$$

Параболикалық теңдеу жағдайында ашық аймақ бар. Әр түрлі схеманы құру кезінде кеңістік пен уақыт бойынша әр түрлі туындылар арасындағы байланыстың бірнеше нұсқалары пайда болады.

Теңдеуді бір уақытша қадам шегінде интеграциялаймыз:

$$\int_{t^n}^{t^{n+1}} \frac{\partial u}{\partial t} dt = \int_{t^n}^{t^{n+1}} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x, t) \right) dt. \quad (7)$$

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\tau} = \frac{u_{i+1}^n - 2u_i^n + u_{i-1}^n}{h^2} + f_i^n. \quad (8)$$

Жоғарыда келтірілген формула сонымен қатар тор теңдеулерін шешу әдісін қамтиды:

$$u_i^{n+1} = u_i^{n+1} + \frac{\tau}{h^2} (u_{i+1}^n - 2u_i^n + u_{i-1}^n) + \tau f_i^n$$

Торлық фунуцияның мәні келесі уақыт қабатында осыған дейінгі белгілі шекарадағы мән арқылы анықталады. Бастапқы жай-күйінен жылжу арқылы  $U(x, 0) = u(x)$  есептеу аумағында шешім табуға болады.

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\tau} = \frac{u_{i+1}^{n+1} - 2u_i^{n+1} + u_{i-1}^{n+1}}{h^2} + f_i^{n+1}. \quad (9)$$

Осы айырмашылық схемасын пайдаланған кезде тор функциясының мәндерін келесі уақыт деңгейінде табу үшін, ішкі түйіндер  $n-1-1$ -ші уақыт қабатында орналасқандықтан, форманы көптеген теңдеулер ретінде шешу керек (2.14). Шекаралық жағдайларды  $n+1$ ,  $MDG+1 = mn+1$  ескере отырып, жүйе алдыңғы уақыттағы тор функциясының белгілі мәндері бар келесі уақыт қабатында шешім шығаруға мүмкіндік береді. Бастапқы мәндерден қабаттарға жылжу, олардың әрқайсысында теңдеулер жүйесін шешуге тура келеді, біз бүкіл аймақтағы жуықтап шешімді құра аламыз.

Қарастырылған айырмашылық схемасы - айқын емес айырмашылық схемасының үлгісі, ол жетілдірілген схема немесе таза жасырын схема деп аталады.

Алты нүктелі айырмашылықтың үлгісі айырымдық сұлбалардың отбасын тудырады, оның ерекше жағдайлары алдыңғы екі болып табылады:

$$\begin{aligned} \frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\tau} &= \sigma \frac{u_{i+1}^{n+1} - 2u_i^{n+1} + u_{i-1}^{n+1}}{h^2} + \\ &+ (1 - \sigma) \frac{u_{i+1}^n - 2u_i^n + u_{i-1}^n}{h^2} + \sigma f_i^{n+1} + (1 - \sigma) f_i^n. \end{aligned} \quad (10)$$

$$0 \leq \sigma \leq 1$$

$A = 0$  болса, бізде айқын I сұлбасы бар, ал I - алға жылжуы бар, ал 0 - айқын емес. 0.5 тең болған кезде, есептік тәжірибеде танымал симметриялы Кренк Николсон схемасын аламыз.

Аталған схемалар, әрине, дифференциалды операторлардың айырымдық жақындауларына негізделген түрлі айырмашылықтар схемаларын пайдаланбайды. Уақыттың туындысын орталықтандыруға негізделген анық айырмашылық сұлбасының мысалында, тор үш функциясының қабаттарында схема қолданылған:

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^{n-1}}{2\tau} = \frac{u_{i-1}^n - 2u_i^n + u_{i+1}^n}{h^2} + f_i^n.$$

Дифференциалды пішін үш уақыттық қабаттарды ұстайды. Схема уақыт пен кеңістіктік айнымалы ретінде де, жақындатудың екінші тәртібіне ие. Бұл схема бірқатар елеулі кемшіліктерге ие, олардың көпшілігі алмастыру арқылы жойылуы мүмкін және «кеңістік туындысының жуықтауында екі уақыттық қабатта орташа мәнмен:

$$u_i^n \sim \frac{1}{2} (u_i^{n+1} + u_i^{n-1})$$

Алынған айқын үш қабаттық схема

$$u_i^{n+1} = u_i^{n-1} + \frac{2\tau}{h^2} (u_{i+1}^n - u_i^{n+1} - u_i^{n-1} + u_{i-1}^n) + 2\tau f_i^n$$

Дюфортпа — Франкела схемасы деп аталады, ал орталық түйіннің тор функциясының мәнінің болмауы кейде бұл түрдегі схемалар үшін пайдаланылатын «чехарда» атауын түсіндіреді. Мысалдарда көрсетілгендей, бірдей шекаралық мәселе бойынша бірнеше түрлі айырмашылық схемалары жазылуы мүмкін, яғни, зерттеушінің иелігінде болғандықтан, олардың үлкен таңдауы бар. Айырмашылық шешім бастапқы дифференциалды мәселенің шешілуіне сәйкес келетін айырмашылық схемасын қанағаттандырады.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Жуковский, Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах: учебное пособие / Н.Е. Жуковский – Москва 1949г. – 103с.
2. Поттер, Д. Вычислительные методы в физике: учебное пособие /Д. Поттер – Москва 1974г. – 387с.
3. Самарский, А.А. Введение в теорию разностных схем: учебное пособие / А.А. Самарский – Москва 1980г. – 552с.
4. Биркгоф, Г. Гидродинамика. Методы. Факты. Подобие: учебное пособие / Г. Биркгоф; пер. Погребысского И.Б. – Москва: изд. Иностранной литературы, 1963г. – 244с.
5. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. "Вычислительная гидромеханика и теплообмен" Т2, Издательство "Мир", 1990г., 336 с.

## РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ СКАНИРОВАНИЯ ШТРИХ-КОДА

В статье представлена программа, которая читает штрих-код и дает возможность соблюдать техническую норму обработки металлов на токарных станках, централизует базу данных, позволит устранить браки, соблюдение требований к инструментам, позволят повысить качество технологического процесса.

Развитие специальных отраслей в предприятиях предъявляет все более жесткие требования к качеству обработки металлов.

Для повышения качества обработки металлов крайне важно совершенствовать методы обработки и внедрять новые технологии в сферу автоматизация, что и делает нашу работу актуальной.

Целью научно – исследовательской работы является повышение качества обработки металлов на токарных станках.

Для реализации поставленных целей были определены следующие задачи:

- выполнить анализ состояния вопроса исследования;
- разработать общую схему исследования;
- разработать физическую модель прибора и программу для сканирования штрих-кода;
- провести эксперимент и проверить работоспособность прибора для сканирования штрих-кода с программой;
- оценить эффективность применения дополнительного прибора с программой при обработке металлов на токарных станках.

Объект исследования – прибор для сканирования штрих-кода с программой.

Предмет исследования – методы повышения качества обработки металлов на токарных станках.

Гипотеза исследования – если внедрить в технологический процесс программу использующий для сканирование штрих-кода, то он позволит поддерживать требуемую техническую норму обработки, централизовать базу данных автоматизации и идентификации документов, карт производственных операций, что существенно повлияет на качества обработки металла.

На предприятии качество изделий зависит от следующих факторов:

- качество сырья, материала, комплектующих;
- качество оборудования, приспособлений, инструмента и измерительных средств;
- качество документации и от качества труда исполнителей [1, 2].

К основным направлениям повышения качества обработки металлов относятся [3]:

- совершенствование методов изготовления заготовок и методов обработки;

- механизация и автоматизация производственных процессов;
- использование современных станков и приспособлений.

Для решения поставленных задач по повышению качества обработки металлов на токарных станках разработана общая схема исследования [4].

На основании разработанной схемы были проведены исследования по новым технологиям и приборам, применяемые в машиностроении [5, 6].

Один из которых «Умные» очки» (дополненной реальности Vuzix M 300) - обеспечивает большую скорость выполнения технологического процесса (см. рис.1).



Рисунок 1 - «Умные» очки» дополненной реальности Vuzix M 300

«Сканер штрих-кода» - устройство, которое считывает штрих-код, нанесённый на оборудование, и передаёт эту информацию в компьютер.С помощью него можно программировать последовательность операции выполняемые на токарных станках (см. рис.2).



Рисунок 2 - Устройство «Сканер штрих-кода»

Так как данные приборы дорогостоящие, и не каждое предприятие и учебное заведение может позволить себе приобрести их. На основании данных

приборов создана программа читаемая штрих код, которая читает, коды или цифры, распознает и дает сведения об определенном токарном станке, инструменте или детали.

Как работает данная программа с прибором, к компьютеру соединяется веб-камера через USB-кабель, через веб-камеру фотографируем определенную цифру или штрих код, на экране программы высвечивается данная цифра.

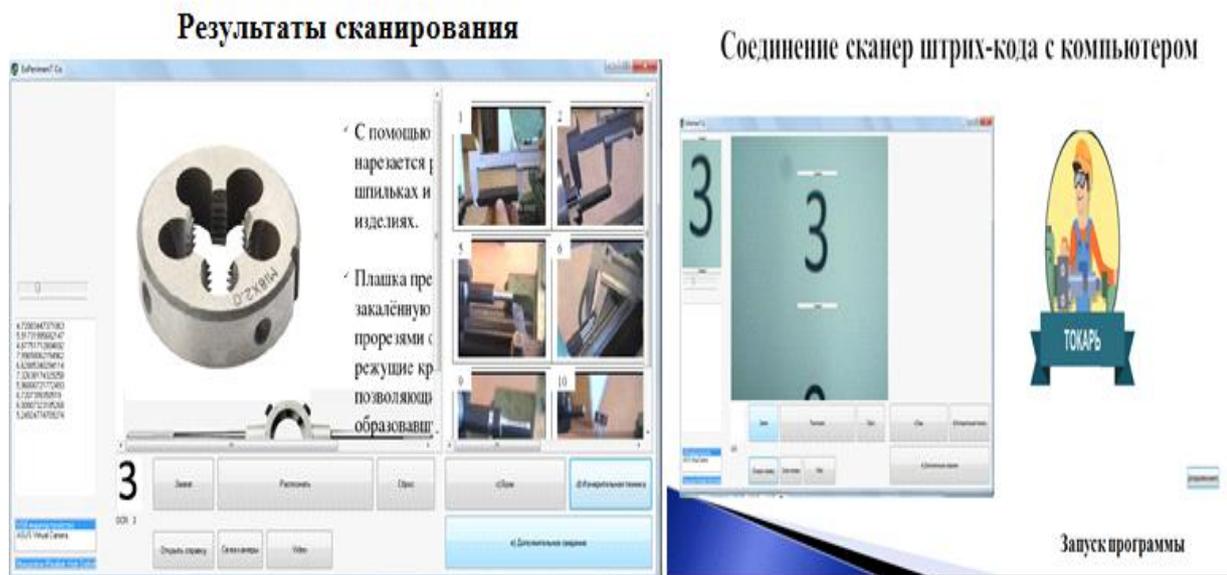


Рисунок 3 - Результаты сканирования

По результатам исследования были определены следующие особенности программы для сканирования штрих-кода:

- автоматизация идентификация документов;
- соблюдение технической нормы обработки;
- устранение видов брака;
- сокращение нормы времени;
- соблюдение требований к инструментам.

Таким образом, если решать проблемы по повышению качества обработки металлов на токарных станках с помощью применения новых технологии, то можно повысить качества продукции и конкурентоспособность молодых специалистов на рынке труда [7].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронов Е.Л., Колесниченко Л.Ф.: Оборудование заводов металлических конструкций: Учебник для техникумов М.:Машиностроение, 1981 - 240 с.
2. Ординарцев И.А., Филипов Г.В, Шевченко А.Н.: Справочник инструментальщика; Под общ. ред. Ординарцева И.А. - Л.: Машиностроение, 1987 - 846 с.

3. Khmel'nitsky S., Supporting model of decision-making on advisability to carry on the repair-and-renewal operations [Электронный ресурс] Proceedings of 17<sup>th</sup> International Conference Transport Means.-Lithuania: Kaunas University of Technology, 2013.-4p.

4. Горбунов Б.И.: Обработка металлов резанием; Учебное пособие для студентов не машиностроительных специальных вузов. - М.: Машиностроение, 1981 - 287 с.

5. Родин П.Р.: Металлорежущие инструменты - М.: Машиностроение, 1974 - 400 с.

6. Руководства по ремонту «Scania LKW Busse Motoren Standheizungen Einbau Wartung Reparaturen», 2000.- 69с.

7. Василевский А.В. Материалы международной научно-технической конференции ААИ «Автомобилей и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ», 2005-376 с.

## ДИРИХЛЕ ПРИНЦИПІ КӨМЕГІМЕН ШЕШІЛЕТІН ЕСЕПТЕР

Математикалық сауаттылық пәніне арналған тест мазмұны логикалық есептерге негізделген. Оларды шешу үшін жиі қолданылатын тәсілдерін білу маңызды. Соның бірі Дирихле принципін қолданып шығарылатын есептер.

Дирихле принципі екі жиын арасындағы қатынасты өрнектейді. Бұл принциптің бірнеше тұжырымдамасы бар. Ең негізгісі келесі: «Егер  $n$  ұяшықта  $m$  қоян отырса, әрі  $m > n$ , онда кемінде бір ұяшықта аз дегенде екі қоян отырады». Дирихле принципі кері жору әдісімен жеңіл дәлелденеді. Осы принципке негізделген есептердің кейбіреулерін де кері жору әдісімен шешуге болады, бірақ барлығын емес. [1]

Бір қарағанда, осы бір айқын (қарапайым) сөйлемнің есептерді (тіпті әртүрлі есептерді) шешуде көп қолданылатын математикалық әдіс екенін түсіну қиын. Оның себебі, әрбір берілген есепте «қоянның» орнында не, ал «ұяшықтың» орнында не тұрғанын аңғару оңай емес. Және де неге «қояндар» «ұяшықтардан» көп болуы тиіс. «Қояндар» мен «ұяшықтарды» таңдау айқын болмайды. Тіпті есептің шартына қарап, Дирихле принципі қолданылатынын да анықтау әр кез мүмкін бола бермейді. Бұл әдістің басты артықшылығы бізге есептің сындарлы (конструктивті) емес шешімін береді (яғни, біз ұяшықтардың не екенін білеміз, бірақ олардың қай жерде тұрғанын жиі көрсете алмаймыз); сындарлы дәлелін көрсету үлкен қиындық туғызады.[2]

Дирихле принципінің өзге де тұжырымдамаларын қарастырайық:

« $n$  ұяшықта  $m$  қоян отырсын, әрі  $n > m$ , онда кемінде бір бос ұяшық табылады»;

«Егер  $m$  қоян  $n$  ұяшықта отырса, онда  $[m/n]$  – нен кем емес қояндар отырған ұяшық табылады, сонымен қатар  $[m/n]$  – нен артық емес қояндар отырған ұяшық та табылады»;

«Егер  $m$  қоян  $n$  килограмм шөп жесе, онда қандай да бір қоян  $[m/n]$  килограммнан кем емес шөп жеді, және де қандай да бір қоян  $[m/n]$  килограммнан артық емес шөп жеді (егер біреулері орташадан көп жесе, онда біреулері орташадан аз жейді)» (үзіліссіздік принципі);

«Егер  $nk+1$  қоян  $n$  ұяшыққа орналастырылса, онда  $k+1$  қоян орналасқан бір ұяшық табылады ( $n, k$  – натурал сандар)» (жалпыланған принцип).[2]

Кейбір есептер Дирихле принципіне ұқсас тұжырымдармен дәлелдене береді. Сондай тұжырымдар (барлығы кері жору әдісімен дәлелденеді):

1. Егер ұзындығы 1-ге тең кесіндіде ұзындықтарының қосындысы 1-ден үлкен бірнеше кесінді жатса, онда олардың кемінде екеуінің ортақ нүктесі бар;

2. Егер радиусы 1-ге тең шеңберде ұзындықтарының қосындысы  $2\pi$ -ден үлкен бірнеше доға жатса, онда олардың кемінде екеуінің ортақ нүктесі бар;

3. Егер ауданы 1-ге тең фигура ішінде аудандарының қосындысы 1-ден үлкен бірнеше фигура жатса, онда олардың кемінде екеуінің ортақ нүктесі бар.[2]

Дирихле принципі қолданылатын есептерді қарастырайық.

1-есеп. Студенттер жатақханасындағы би кешіне 36 қонақ келді. Жатақханадағы бөлмелер саны 42 болса, бірде бір қонақ келмеген бөлме барын дәлелдендер.

Шешуі: Бөлмелерді – «ұяшықтар», ал қонақтарды – «қояндар» деп белгілеп, келесі теңсіздікті аламыз:  $36 < 42$ . Онда Дирихле принципі бойынша кем дегенде бір бос «ұяшық» табылады, яғни қандай да бір бөлмеге ешбір қонақ келмейді. [1]

2-есеп. Мектепте 33 сынып, 1150 оқушы бар. Оқушылар саны 35-тен кем сынып бар болады ма?

Шешуі: Әр сыныпта 35-тен кем емес оқушы бар болсын делік. Онда мектептегі барлық оқушы саны  $35 \cdot 33 = 1155$  –тен кем болмауы тиіс. Ал, бұл есептің шартына қайшы келеді. Демек, мектепте оқушы саны 35-тен кем сынып бар болады. [1]

3-есеп. Сыныпта 29 оқушы бар. Шығарма жазғанда Набиев Руслан 13 қате, ал қалғандары одан аз қате жіберді. Сыныпта қателер саны бірдей болатын кем дегенде 3 оқушы табылатынын дәлелдендер.

Шешуі: Қателер санын: 0, 1, 2, ..., 11, 12 «ұяшықтар», ал 28 оқушыны (Руслансыз) «қояндар» деп белгілеп, келесі теңсіздікті аламыз:  $28 > 13 \cdot 2 + 1$ . Дирихле принципінің жалпыланған түрін қолданып, кем дегенде 3 оқушыда қателер саны бірдей екенін аламыз.

4-есеп. Жоғарғы оқу орнында оқыған 5 жыл ішінде студент 31 емтихан тапсырды. Әр жылы алдыңғы жылға қарағанда көп емтихан тапсырып отырды. Бесінші курста тапсырған емтихан саны бірінші курста тапсырған емтихан санынан 3 есе көп. Төртінші курста неше емтихан болды?

Шешуі: Студенттің бірінші курста тапсырған емтихан саны  $x$  болсын. Онда оның екінші курста тапсырған емтихандар саны  $(x+1)$  – ден кем емес, үшінші курста емтихан саны  $(x+2)$  – ден кем емес, төртінші курста емтихандар саны  $(x+3)$  – тен кем емес. Екінші жағынан, бесінші курста тапсырған емтихандар саны  $3x$ , демек, төртінші курста  $(3x-1)$  –ден көп емес, үшіншіде  $(3x-2)$  –ден көп емес, ал екіншіде  $(3x-3)$  –ден көп емес емтихандар тапсырды. Онда жалғыз бүтін шешімі  $x=3$  болатын келесі теңсіздіктер жүйесін аламыз:  $7x + 6 \leq 31 \leq 13x - 6$ . Онда студент бесінші курста 9 емтихан тапсырды, сәйкесінше, төртінші курста тапсырған емтихандар саны 8-ден көп емес. Егер ол төртінші курста 7 емтихан тапсырған болса, онда барлық емтихан саны  $3 + 5 + 6 + 7 + 9 = 30$  –дан аспайды. Демек, студенттің төртінші курста тапсырған емтихандар саны 8. [2]

5 есеп. Жәшіте 50 көк, 50 қызыл, 50 қара және 50 ақ шар жатыр. Жәшікке қарамастан алғанда кем дегенде бір түстен 4 шар міндетті түрде шығу үшін ең аз дегенде қанша шар алу керек?

Мұндай есептерде ең жақсы және ең жаман жағдай деген болады. Ең

жақсысы – 4 шар алсақ, 4-уі де бірдей түс болуы. Ең жаманы – алынған шарларда бірдей түсті 4 шар шықпаудың ең үлкен мүмкіндігі қарастырылады. Бірдей түсті 4 шар шықпау үшін ең көп дегенде әр түстен 3 шардан, барлығы  $3 \cdot 4 = 12$  шар шығады. Ал 13-ші шарды алғанда ол көк (қызыл, қара, ақ) болса, көк (қызыл, қара, ақ) түсті 4 шар, міндетті түрде бірдей түсті 4 түсті шар табылады. Бір түстен 4 шар міндетті түрде шығу үшін ең аз дегенде 13 шар алу керек. [3]

*6 есеп.* Сумкаға 7 қызыл, 10 сары, 9 қара қарындаштар салынған. Сумаға қарамай ең кемінде неше қарындаш алғанда міндетті түрде екі қызыл қарындаш болады.  $10 + 9 + 2 = 21$

Дирихле принципінің тұжырымдамаларын математикалық сауаттылық есептерінің кейбірін шешуде кеңінен қолдануға болады болады.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Бейсеков Ж., Онланова А., «9-11 сыныптағы оқушыларды математикалық олимпиадаға даярлау». Оқу құралы. /Шымкент, 2012 жыл.
2. А. В. Фарков «Олимпиадные задачи по математике и методы их решения». Москва, «Народное образование». 2003 ж.
3. Ырысбек Мәуіт, Математикалық сауаттылық. Әдістемелік құрал, Астана 2017 ж.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА КОНДИТЕРСКОЙ ФАБРИКЕ

Дозирование сыпучих материалов - важная часть производства, так как от точности дозирования зависит качество конечного продукта. Сыпучие материалы очень трудно точно дозировать вручную, поэтому на производствах применяются различные типа дозаторов.

Дозаторы обеспечивают выдачу заданной порции одного или нескольких продуктов, так же дозаторы имеют возможность изменять количество компонента в соотношении с другими дозируемыми продуктами и дозировать в заданной временной и логической последовательности.

В настоящее время разработано большое количество автоматизированных комплексов по приготовлению многокомпонентных смесей. Требования к таким комплексам, определяется такими критериями, как автономность системы, точность дозирования, энергетическая эффективность. Исходя из этих требований, можно провести анализ имеющихся разработок в данной области.

Кондитерская промышленность является одной из крупнейших отраслей пищевой промышленности республики, она призвана обеспечивать население страны кондитерскими изделиями, являющимися одними из основных продуктов питания [2].

Для увеличения выпуска кондитерских изделий ежегодно реконструируются и вводятся кондитерские предприятия. Постоянно происходит техническое перевооружение и оснащение предприятий кондитерской отрасли страны современным технологическим оборудованием, новейшей техникой, комплексно механизуются и автоматизируются производства. Проводится большая работа по повышению качества, улучшению и обогащению ассортимента кондитерских изделий [1].

Многие тысячелетия техника и технология производства кондитерских изделий оставались практически неизменными. Кондитерская промышленность сегодня - это тысячи кондитерских фабрик, оснащенных современным оборудованием для производства кондитерских изделий на любой вкус. Муку на такую кондитерскую фабрику доставляют муковозы. Здесь они выгружаются при помощи пневмосистем в бункера, вмещающие по несколько десятков тонн этого продукта. Мука в этих бункерах хранится, и по мере надобности по трубам подается на производство. Из бункеров для хранения муки поступает на просеивающие устройства, снабженные сильными магнитами для улавливания мельчайших частиц железа, которые могут остаться в муке после помола зерна. Далее мука попадает в производственные силосы, а из них - в цех, где готовят тесто. Современные агрегаты для замеса и теста представляют собой сложные механизмы, заменяющие труд многих

людей. По заданной программе они дозируют муку, воду, раствор дрожжей, месят опару, направляют ее на брожение, которое так же осуществляется в строго определенное время при строго определенной температуре [3, 4].

Автоматизированные дозаторы дозируют муку, соль, сахар и другое сырье, необходимое для того или иного кондитерского изделия по утвержденной рецептуре. Мощные тестомесильные машины в течение нескольких минут замешивают тесто, которое направляется в другой цех для деления и формования будущего кондитерского изделия. Далее полуфабрикат направляется в печь.

Современное развитие оборудования в сфере приготовления кондитерских изделий ставит задачу организовать процесс производства с меньшим количеством единиц оборудования, меньшей протяженностью транспортных линий и, соответственно, снижением энергопотребления. Также обязательным условием является высокое качество выпускаемой продукции, эксплуатационная надежность оборудования при возрастающем уровне его автоматизации и обеспечение безопасности производства и комфортных условий труда для персонала [2].

Качество конечного продукта в первую очередь зависит от точности дозирования компонентов мучных кондитерских изделий. Сыпучие материалы очень трудно точно дозировать вручную, поэтому на производствах применяются различные типы дозаторов.

К настоящему времени разработано множество конструкций дозирующих устройств. Это связано с тем, что материалопоток обладает широким диапазоном физико-механических и технологических характеристик; кроме того, к оборудованию часто предъявляются специфические требования в зависимости от особенностей процесса.

В настоящее время нет универсальных и в тоже время эффективных методов исследования и разработки систем автоматизации технологических процессов. Для каждого технологического процесса из-за специфики математической модели, применяемых технических средств возникает проблема правильного выбора эффективного метода исследования и синтеза, и развития этих методов применительно к новым решаемым задачам. Сложные алгоритмы управления позволяют более точно учитывать динамические свойства объекта и потенциально могут обеспечить более высокую точность управления, экономию материалов и качество выпускаемой продукции.

Автоматические системы дозирования сыпучих материалов широко применяются в кондитерских областях промышленности для приготовления различных смесей. Особую значимость приобретает задача повышения эффективности управления автоматизированным электротехническим комплексом дозирования сыпучих материалов, так как ее решение позволит существенно увеличить его производительность и снизить неправильную дозировку особо ответственных, небольших по объему, но дорогостоящих компонентов [5].

Главный критерий оптимизации подобных систем является точность дозирования каждого компонента смеси, которая непосредственно зависит от скорости движения дозируемого компонента и других технологических факторов. Технологические требования к качеству продукции на производстве, жестко регламентируют разработчикам автоматизированной системы величину ошибки дозирования сыпучих материалов, что связано также с высокой стоимостью отдельных компонентов смеси. Обеспечение максимально возможного соблюдения рецепта смеси требует дозирования каждого ее компонента с высокой точностью, что является непростой инженерно-технической задачей.

Из всего многообразия электротехнических комплексов дозирования сыпучих материалов, следует выделить автоматизированные системы, построенные на базе современного асинхронного электропривода с микроконтроллерным управлением весодозирующим устройством, использующим принцип многокомпонентного дозирования [2].

Точность дозирования в автоматизированных системах является функцией большого числа систематических и случайных факторов: величины, формы и взаимного расположения отдельных частиц материала; коэффициента сцепления их с друг другом и с конструктивными элементами дозатора; относительной влажности дозируемого материала и воздуха в помещении; высоты падения материала в приемную емкость; величины наклона дозатора к уровню горизонта; вибрационных и электромеханических помех и т.д.

Особую значимость приобретает задача повышения эффективности управления автоматизированным электротехническим комплексом дозирования сыпучих материалов, так как ее решение позволит существенно увеличить его производительность и снизить неправильную дозировку особо ответственных, небольших по объему, но дорогостоящих компонентов. Необходимое в современных условиях качество мучных кондитерских изделий, определяет высокие требования к составу каждого компонента сыпучих материалов и неукоснительному выполнению рецепта конечного продукта с требуемой точностью [5].

Наибольшую эффективность при дозировании сыпучих компонентов дает использование автоматических регуляторов, которые компенсируют влияние внешних факторов, позволяют не отклоняться от заданной программы, а так же обеспечивают интуитивно-удобное управление и предоставление оператору отчетов о технологическом процессе.

Таким образом, обеспечение максимально возможного соблюдения рецепта смеси требует дозирования каждого ее компонента с высокой точностью, что является непростой инженерно-технической задачей. Разработка и исследование автоматизации электротехническим комплексом дозирования сыпучих материалов является актуальной задачей, решение которой позволит выполнить повышенные требования к технологическому процессу дозирования смесей компонентов мучных кондитерских изделий [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.Г. Бутейкис. Технология приготовления мучных кондитерских изделий
2. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов [Текст] / Ю.Д. Видинеев.- М.: Энергия, 1974.- 120 с.
3. Каталымов, А.В. Дозирование сыпучих и вязких материалов [Текст] / А.В.Каталымов, В.А.Любартович.- Л.: Химия, 1990.- 240 с.
4. Григорьев А.М. Винтовые конвейеры. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
5. Першина С.В. Весовое дозирование зернистых материалов / С.В. Першина, А.В., Каталымов, В.Г. Однолько и др. – М.: Машиностроение, 2009. – 260 с.

## AGISOFT PHOTOSCAN БАҒДАРЛАМАСЫНДА ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫНЫҢ МАТЕРИАЛДАРЫ БОЙЫНША 3D МОДЕЛЬ ҚҰРУ

Топографиялық - геодезиялық жұмыстар саласындағы ғылыми - техникалық прогрестің негізгі нәтижелерінің бірі - құрастырудың автоматтандырылған технологияларының пайда болуы, топотүсірілім объектілері туралы ақпаратты өңдеу және интерпретациялау. Бұл технологиялар өзара байланысқан қазіргі заманғы автоматтандырылған электрондық және электрондық-оптикалық өлшеу аспаптарын, деректерді беруге арналған бағдарламаларды, ЭЕМ-да өлшеуді, қажетті форматтарды, дисплейдегі түсіру нәтижелерін өңдеуге, сақтауға арналған мамандандырылған бағдарламаларды, сондай-ақ қатты беттерде сандық карталарды басып шығаруға арналған бағдарламалар мен құрылғыларды пайдалануға негізделген.

GeoScan ұшқышсыз ұшу аппараты (ҰҰА) пайдалану технологиясы бірнеше сантиметр пиксельге рұқсатпен және жоспарлы – биіктік негіздемесіз 5 см дейін байлау дәлдігімен жоғары сапалы кеңістіктік деректерді алуға мүмкіндік береді. Agisoft PhotoScan Pro-да аэрофотосурет материалдарын автоматты өңдеу көмегімен ортофотобландар, биіктік матрицалары және жердің үшөлшемді детальді модельдері жасалады. Олар кадастрлық есепті жүргізу, 1: 2000, 1: 1000 және 1: 500 масштабтағы карталар мен жоспарларды жасау үшін өте қолайлы.

Жұмыс барысында Бұқтырма су қоймасында орналасқан "Простор" спорттық-сауықтыру лагерінің 3D моделі құрылды.

WGS-84 жүйесіндегі бастапқы станция координаттарын пайдаланып, желідегі барлық базалық тізбектерді 24 сағаттағы деректер бойынша өңдеу. Теңестіру үшін программаны пайдаланып нәтижелерді теңестіруді орындалады.

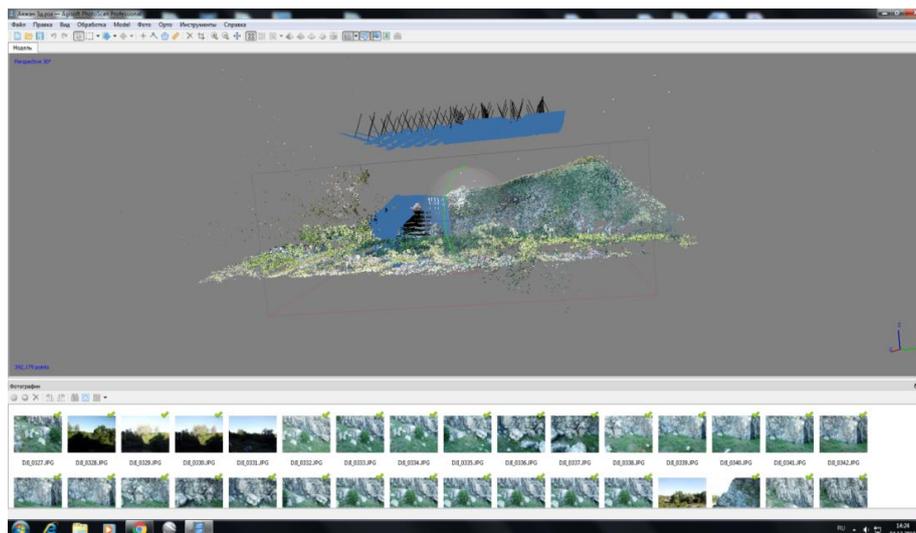
Аэрофотосурет - ұшақтан немесе басқа ұшатын аппараттан алынған жергілікті жердің суретке түсірілген бейнесі. Геометриялық жағынан аэрофотосурет орталық (немесе басқа) проекциялы болып саналады.

ҰҰА алынған мәліметтер бағдарламаға жүктеліп, x және y бойынша координаттары бар \*.txt файлмен байланыстырылады.

PhotoScan әр түрлі камералар арқылы алынған фотосуреттерді бір жобада өңдеуге мүмкіндік береді. Камераны калибрлеу терезесінің сол жағында: кадрлар рұқсаты, фокустық қашықтық және пиксель өлшемі негізінде автоматты түрде таңдалған камералардың топтары пайда болады.

Камераны калибрлеу жасалған соң фотосуреттерді теңестіреміз.

Теңестіру процесі аяқталған соң, модельді қарау терезесінде нүктелердің сиретілген бұлт, камера орны және олардың бағдары көк тіктөртбұрыштармен көрсетіледі.



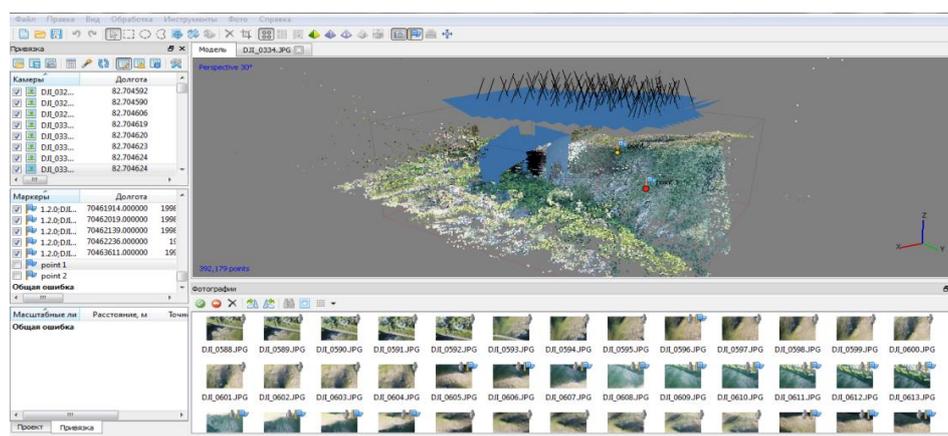
Сурет 1. Суреттерді теңестіруден алынған модель

Маркерлер камералардың жағдайын және олардың ішкі бағдар параметрлерін есептеу нәтижелерін оңтайландыру үшін қолданылады, бұл қайта құру нәтижелерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Ортофотоның геопривязка дәлдігін арттыру үшін кемінде 10 - 15 тірек нүктелерін сахна шегінде біркелкі бөлінуі қажет.

Автоматты режимде маркерлерді орналастыру (бұл процедураны жеңілдетеді және тездетеді) үшөлшемді полигондық модельді алдын ала құруды талап етеді.

Салынған маркерлердің модель бетіне шығу терезесі көрсетілген (сурет 2).

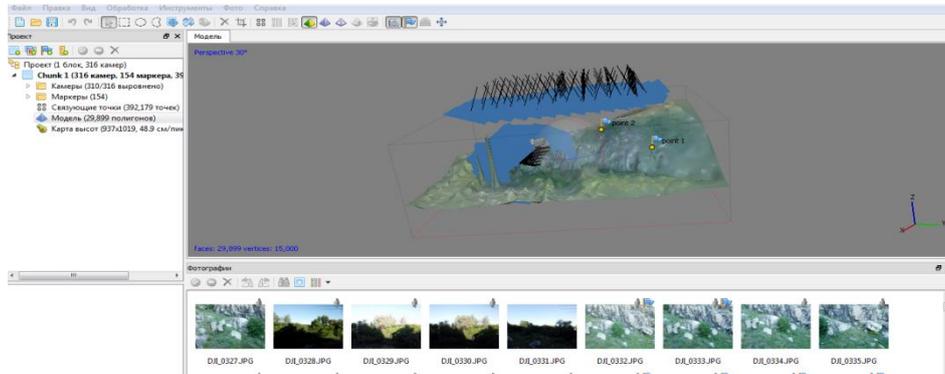


Сурет 2. Салынған маркерлердің модель бетіне шығуы

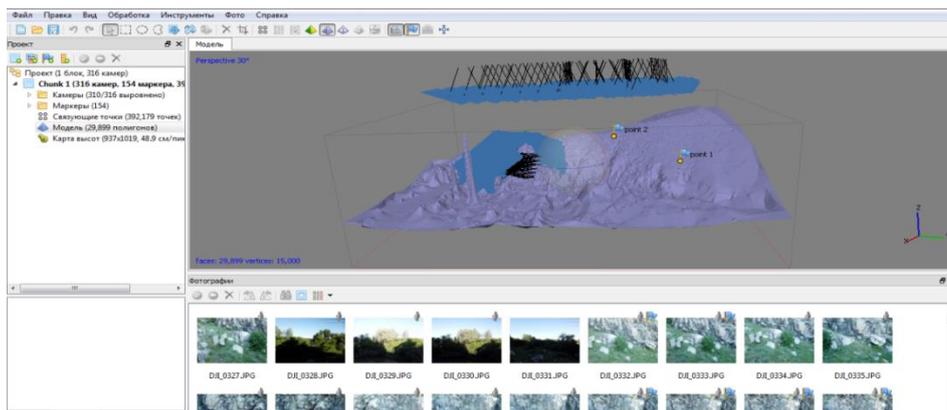
Камераларды тегістеуді оңтайландыру процедурасы камераның ішкі және сыртқы бағдарларының параметрлерін есептеу дәлдігін арттыру үшін, сондай-ақ ықтимал бұрмалауды түзету үшін (бөшке тәрізді дисторсия және басқалар сияқты) қолданылады. Бұл өңдеу кезеңі камералардың координаттары жоғары дәлдікпен (1 метрге дейінгі қателікпен) белгілі болған жағдайда әсіресе ұсынылады.

Алынған тығыз бұлт нүктелерінің негізінде үш өлшемді полигон моделін құруға болады.

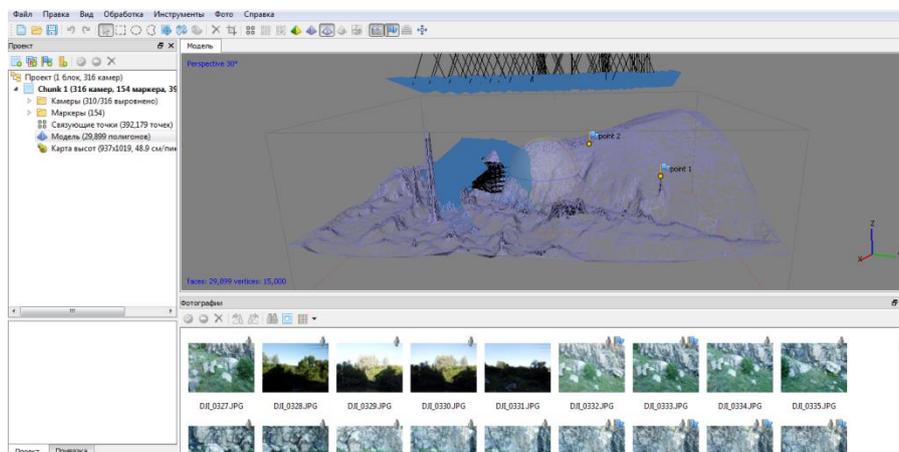
Бағдарламада шыққан бейнені пайдалана отырып .фотосуреттің көлеңкелі моделін, фотосуреттің тұтас моделін, фотосуреттің қаңқасын құрып көрсетуге болады.



Сурет 3. Фотосуреттің көлеңкелі моделі



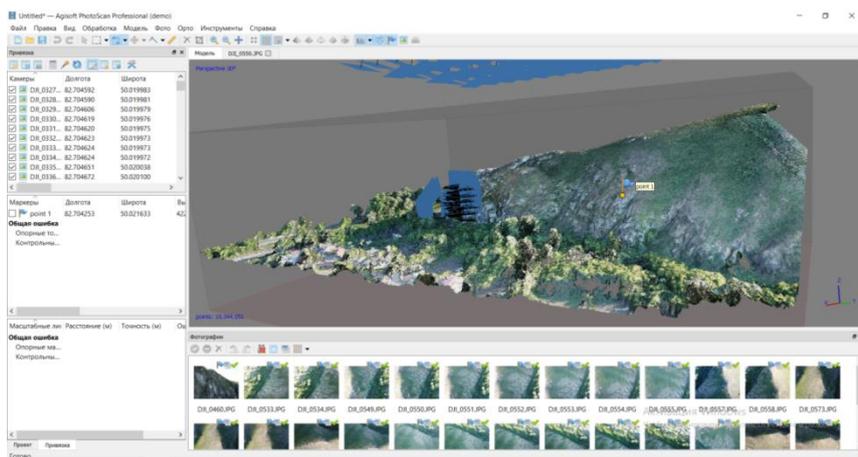
Сурет 4. Фотосуреттің тұтас моделі



Сурет 5. Фотосуреттің қаңқасы

3D графика (үш өлшемді графика) – бұл компьютерлік графиканың ерекше түрі - 3D объектілердің (үш өлшемді объектілердің) суреттерін жасау үшін қолданылатын әдістер мен құралдар кешені. Бүгінгі күні үш өлшемді графика негізінде нақты нысанның жоғары дәлдікті көшірмесін жасауға, жаңа нәрсе жасауға, ең шынайы емес дизайнерлік ойларды іске асыруға болады .

Бұл кезеңде математикалық (векторлық) кеңістіктік модель жазық (растрлық) суретке айналады. Егер фильм жасау қажет болса, онда мұндай суреттердің реті көрсетіледі. Деректер құрылымы ретінде, экрандағы сурет нүктелер матрицасымен ұсынылған, онда әрбір нүкте кем дегенде үш санмен анықталған: қарқындылығы қызыл, көк және жасыл. Осылайша, рендеринг үш өлшемді векторлық деректер құрылымын пиксельдің жазық матрицасына түрлендіреді. Бұл қадам жиі өте күрделі есептеулерді талап етеді, әсіресе шындық елесін жасау қажет болса. Рендерингтің ең қарапайым түрі-бұл проекция арқылы компьютер экранында модельдердің контурын салу. Әдетте бұл жеткіліксіз және Нысандар дайындалған материалдардың елесін жасау керек, сондай-ақ мөлдір орталар есебінен бұл объектілердің бұрмалануын есептеу керек . «Простор» спорттық - сауықтандыру лагерінің 3D моделі 6 суретте көрсетілген.



Сурет 6. «Простор» спорттық - сауықтандыру лагерінің 3D моделі

Биіктік картасы нүктелердің тығыз бұлтының немесе полигондық үлгінің деректері негізінде салынуы мүмкін. Сондай-ақ, бұл жағдайда полигондық модельді құру жалпы өңдеу уақытын қысқартуды талап етпейді.

Ақырғы процесте ортофотоплан құрылады. Жоспар жобаланатын бет таңдалынады (биіктік картасы немесе Полигон моделі), және араластыру режимі. Ұсынылған пиксель өлшемі бастапқы фотосуреттердің тиімді рұқсаты негізінде есептеледі. Пикселдердегі ортофотопланның жалпы мөлшері пиксель бетінің ауданы мен өлшемінің негізінде есептеледі.

Ортофотопты экспорттау тілқатысу терезесінде келесі параметрлер мәндері орнатылады:

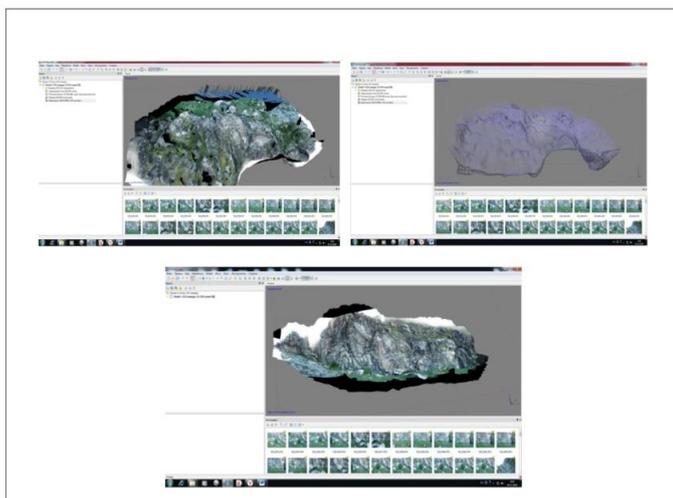
Проекция: қажетті координат жүйесі (әдепкі бойынша байланыстыру параметрлері терезесінде берілген координат жүйесі қолданылады).

Пиксель өлшемі: ең жоғары тиімді рұқсат әдепкі бойынша көрсетілген.

(WGS84 координаталық жүйесі үшін мәндер градустарда орнатылуы тиіс екенін ескеріледі. Метрмен рұқсат беру үшін метр түймешігі пайдаланылады).

«Простор» спорттық - сауықтандыру лагерінің 3D моделінің жан – жақты көрінісі 28 суретте көрсетілген.

«Простор» демалыс аймағының 3D моделі



Сурет 7. «Простор» спорттық - сауықтандыру лагерінің 3D моделінің жан жақты көрінісі

Құрылған "Простор" спорттық-сауықтыру лагерінің жер бедерінің 3D моделін көптеген салаларда қолданады.

Жергілікті жердің сандық моделін (ЦММ) немесе жер бедерінің сандық моделін (ЦМР) құру топография міндеттерін шешуге, көлемдерді есептеуді жүргізуге, аумақты жоспарлау жобаларын әзірлеуге мүмкіндік береді. Ұшу аппараттарын пайдалану және сандық фотокамераларды қолдану 3D-беттерді құру міндетін айтарлықтай арзандатып, оңайлатты.

Бүгінгі күні ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалану қызметтің көптеген салаларында кеңінен қолданылды. ҰҰА пайдалана отырып фототүсірілімді дамытуға оның әскери мақсатта табысты қолданылуы, сондай-ақ аккумуляторлық батареялардың жаңа түрлерін құрастыру саласындағы әзірлемелер ынталандырылды. Мемлекеттік қаражат әскери ұшқышсыз ұшу аппараттарын құрастыруға түскеннен кейін олар барлау, жауынгерлік іс-қимылдарды алып жүру, жүктерді тасымалдаудың тамаша құралы болды.

## ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Обзордронаквадрокоптера DJI Phantom 3 Standard – <https://elitcases.com.ua/obzor-drona-kvadrokoпtera-dji-phantom-3-standard.html>

2. Agisoft PhotoScan туралы ақпарат - [https://bigenc.ru/technology\\_and\\_technique/text/4087725](https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4087725) сілтеме жасалған уақыты 10.12.2018 ж.)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Абенов Т.К., Құмарбеков Ж.Т., Щур С.П., Дронсейка И.П.</b> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ	3
<b>Абылқанова Б. С., Айдарханов Е. М., Оразова А. Ж.</b> ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ ДЛЯ УМНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ: ТЕХНОЛОГИИ, ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ	8
<b>Абылқанова Б. С., Айдарханов Е. М., Корнев В. А., Оразова А. Ж.</b> ҚЫМЫЗ ӨНДІРУ САПАСЫН БАСҚАРУДЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІ	12
<b>Abylkassymuly B., Uvaliyeva I. M.</b> IMPLEMENTATION OF THE HUMAN RESOURCE MANAGEMENT ALGORITHM	17
<b>А.С. Айдынов, Бейсенбекова Ж.Б., Апшикур Б.</b> СРАВНЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ МЕЖДУ ТАХЕОМЕТРОМ И GPS	22
<b>Аменова Ф.С., Айтказинова Л.</b> ДЕРБЕС ТУЫНДЫЛЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУДІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ СҰРАҚТАРЫ	26
<b>Айтмукашева Э.Б.</b> ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ	30
<b>Аменова Ф.С., Ақбаева Н.</b> АЙЫРЫМДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУДЕ ТҮЙІНДЕС БАҒЫТТАР ӘДІСІН ҚОЛДАНУ	35
<b>Аралбаева Ә.А., Сулейменова Л.Р.</b> IT-ЖОБАЛАРДЫ БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ БАҒДАРЛАМАСЫН ӨЗІРЛЕУ	39
<b>Аскербеков А., Кадырова А.С.</b> ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ПРАЙС-ЛИСТОВ ПРОИЗВОЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ В СРЕДЕ SQL	41
<b>Бекишев А.Т., Уркумбаева А.М.</b> К ВОПРОСУ МОДЕРНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО РЕАКТОРА ИВГ.1М	45
<b>Бондаренко Н.Г., Криулько Н.С.</b> ТЕХНОЛОГИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	47
<b>Булғынов О.Ж., Хасенова З.Т.</b> РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ “100 УСЛУГ” ДЛЯ ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОС ANDROID	49
<b>Верхоланцев В.А., Котлярова И.А.</b> РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ КОНФИГУРАЦИИ «БУХГАЛТЕРИЯ ДЛЯ КАЗАХСТАНА 3.0»	53

<b>Қайсарұлы Т., Толегенова М.Т.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ОШИБОК КОНТРОЛЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ	56
<b>Дронсейка Р.П., Қайнарқызы А., Глеубергенева М.Р.</b> ВЛИЯНИЕ ИНТЕРНЕТ-СЛЕНГА НА СОВРЕМЕННЫЙ РУССКИЙ ЯЗЫК	61
<b>Ерсаинова Ж.Е., Алимханова А.Ж.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯЦИИ OFDM НА БАЗЕ СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО СВЕТА	66
<b>Әбішова А. Ә., Байгереев Д. Р.</b> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ДЛЯ ЗАДАЧИ МНОГОФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ	71
<b>Әуелбекова С.Н., Рахметуллина Ж.Т.</b> ҚАРАПАЙЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕСІ ҮШІН БИСИНГУЛЯРЛЫҚ КОШИ ЕСЕБІ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАСЫ	75
<b>Жақсылық Б.Н., Сагынганова И.К., Маркин В.Б.</b> ЖЫЛУ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ДЕРЕКТЕРІН КОНВЕЙЕРЛІК ӨНДЕУДІ ҰЙЫМДАСТЫРУ КЕЗІНДЕ СИСТОЛАЛЫҚ МАССИВТЕРДІ ҚОЛДАНУ	78
<b>Жаңбырбаева А.Е., Жомартқызы Г.</b> ОҚУШЫЛАРДЫҢ КӘСІБИ ӨСУІН МОНИТОРИНГ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ЖҮРГІЗУ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ	82
<b>Жексенбекұлы Т., Малгаждаров Е.А.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ»	85
<b>Жұмахан Г., Аменова Ф.С.</b> ЭЛЛИПТИКАЛЫҚ ТИПТЕГІ АЙЫРЫМДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІ ШЕШУДІҢ БІР ТӘСІЛІ	89
<b>Зеленкин Т.Е., Григорьева С.В.</b> МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА РАЗВИТИЕ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	93
<b>Ақаева А.А., Криулько Н.С.</b> АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ - BIM	98
<b>Карменова М.А., Попова Г.В.</b> МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	100
<b>Карымсакова И.Б., Бекенова Д.Б.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НА ИМПЛАНТЫ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРО-ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ	104
<b>Касенова Г.Е., Аменова Ф.С.</b> РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ВОЗДЕЙСТВИЯ БАКТЕРИОСТАТИЧЕСКОГО АНТИБИОТИКА	109

<b>Кәдірханова З.С., Григорьева С.В.</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЕМ	114
<b>Климова П.Д., Алонцева Д.Л.</b> РАЗРАБОТКА НОВЫХ АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ДЛЯ ПРИБОРОВ РЕНТГЕНОФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА	118
<b>Кусбаев А.А., Никифорова Н.В.</b> РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УЧЕТА ОБУЧЕННОСТИ СОТРУДНИКОВ ПОДРЯДНЫХ ОРГАНИЗАЦИИ, ЗАНЯТЫХ НА ПРОИЗВОДСТВАХ ТОО «КАЗЦИНК»	123
<b>Кутупова А.М., Паринаова А.В., Сидоренко В.Н.</b> ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В РАСЧЕТАХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ.	125
<b>Қалымбекқызы С., Рахметуллина Ж.Т.</b> ПОЛИАНАЛИТИКАЛЫҚ ФУНКЦИЯЛАР ҮШІН ШЕКАРАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІҢ ҚОЙЫЛУЫН ТАЛДАУ	129
<b>Құсаинқанов Ж.Е.</b> КАК БЕСПИЛОТНИКИ ПРОДВИГАЮТ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	131
<b>Құсайын-Мұрат Ә.Т., Алонцева Д.Л.</b> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА	136
<b>Майлыбаева Ұ.Т., Каженова Ж.А., Тураров А.К.</b> ГАЗОДИНАМИКАЛЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІҢ САНДЫҚ ШЕШІМДЕРІ	141
<b>Mamutov Tamirlan, Uvaliyeva I. M.</b> DEVELOPING MULTILINGUAL SOFTWARE OF BLIND AND POORLY SEEING PEOPLE	144
<b>Миллер Э.В., Якушев Н.Е., Дронсейка И.П.</b> ТРАНСПОРТНЫЕ ЗАДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	148
<b>Мүтәл Жібек, Увалиева И.М.</b> ҒЫЛЫМИ МАҚАЛАЛАРДЫ ТІРКЕУ ЖӘНЕ БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІНІҢ АҚПАРАТТЫҚ ҚАМТАМАСЫН ЖОБАЛАУ	153
<b>Аменова Ф.С., Нуксиева М.Ж., Кудышева М.Т.</b> БІРӨЛШЕМДІ АЙЫРЫМДЫҚ ТЕҢДЕУЛЕРДІ ШЕШУ	159
<b>Нұрғалиев А.П., Байгереев Д. Р.</b> БІРТЕКСІЗ ОРТОТРОПТЫ КЕУЕКТІ ОРТАЛАРДА СҰЙЫҚТЫҚТЫ СҮЗГІЛЕУДІ ҮЛГІЛЕУ	163
<b>Омариева Д.А., Байгереев Д. Р.</b> СРАВНЕНИЕ ИТЕРАЦИОННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ДАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧЕ НЕРАВНОВЕСНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ	167
<b>Оразбай Т., Григорьева С.В.</b> SMART СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ВОДЫ В ЖИЛОЕ ПОМЕЩЕНИЕ	172

<b>Рыспаев А.Б. , Бакланова О.Е.</b> ВЫДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ. МЕЛ- КЕПСТРАЛЬНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ	176
<b>Сабитова А. Т., Байгереев Д. Р.</b> ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ВЫТЭСНЕНИЯ НЕФТИ ПОЛИМЕРОМ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ В ДВУМЕРНОМ СЛУЧАЕ	179
<b>Самарханова Н., Абдрахманова А.С., Увалиева И.М.</b> БАЛАЛАРҒА АРНАЛҒАН ЛОГИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕР ЖИНАҒЫНЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КЕШЕНІ	185
<b>Капасов А.К., Сансызбаева Ғ. И.</b> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН САНДЫҚ НИВЕЛИРЛЕР	190
<b>Абдурашитова О.А., Женысов А.Е., Саханова Ж.А., Мухамедова Р.О., Сидоренко В.Н.</b> РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	195
<b>Саханова Ж.А., Эккерт Э.В., Мухамедова Р.О.</b> ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НЕСОБСТВЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ	198
<b>Серікқызы Н., Шаймарданова Ж.А., Оспанова Н.М.</b> ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУДІҢ МАМАНДЫҚ БОЙЫНША ҚОЛДАНЫЛУЫ	200
<b>Серіков Д. Ә., Байгереев Д. Р.</b> БІРТЕКСІЗ ОРТАЛАРДА ЖЕР АСТЫ СУЛАР АҒЫНЫМЕН МАССА ТАСЫМАЛДАУДЫ ҮЛГІЛЕУ	203
<b>Серіктаева А. С., Абдығалиева А. Ә., Байгереев Д. Р.</b> НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛПІЛЕРДІҢ КӨМЕГІМЕН БЕЙНЕЛЕРДІ ТАНЫП БІЛУ	207
<b>Сәлимбаева С.Е., Мелісқанова Н.Р., Рахметуллина Ж.Т.</b> АНАЛИТИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРУЛЕР АРҚЫЛЫ ШИФРЛЕУ	211
<b>Сигатпаева А.М., Еркай А.И., Рахметуллина Ж.Т.</b> КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ХИЛЛ ЖҮЙЕСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ МӘТІНДІ ШИФРЛЕУ	213
<b>Скулкин П.А., Криулько Н.С.</b> АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	215
<b>Газисов А.Ж., Григорьева С.В.</b> МОДЕЛЬ «УМНОГО ДОМА» НА ОСНОВЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ VISIBLE LIGHT COMMUNICATION	217
<b>Амангельдина М.А., Ермеков А.Е., Мұратова Е.С.</b> ТРАНСПОРТНЫЕ СЕТИ	222
<b>Кулбаев М.М., Кумаргажанова С.К.</b> ҒИМАРАТ ІШІНДЕГІ НАВИГАЦИЯЛЫҚ БАҒДАРДЫҢ МОБИЛЬДІК ҚОСЫМШАСЫН ӘЗІРЛЕУ	226

<b>Ғазизова Н.Б., Тәнірхан Н.А., Тураров А.К.</b> ГИДРОДИНАМИКАДАҒЫ АЙЫРЫМДЫҚ СҰЛБАЛАРДЫҢ ӘДІСТЕРІ	230
<b>Томпакаева Н.Г., Еруланова А.Е.</b> РАЗРАБОТКА ПРИБОРА ДЛЯ СКАНИРОВАНИЯ ШТРИХ-КОДА	235
<b>Хажайв К., Жарденбек Л., Сарай Ж., Оспанова Н.М.</b> ДИРИХЛЕ ПРИНЦИПІ КӨМЕГІМЕН ШЕШІЛЕТІН ЕСЕПТЕР	239
<b>Шаурахметова Б.Ш., Еруланова А.Е.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА КОНДИТЕРСКОЙ ФАБРИКЕ	242
<b>Тұрлыбай Ш. Қ., Мамышева А.М.</b> AGISOFT PHOTOSCAN БАҒДАРЛАМАСЫНДА ҰШҚЫШСЫЗ ҰШУ АППАРАТЫНЫҢ МАТЕРИАЛДАРЫ БОЙЫНША 3D МОДЕЛЬ ҚҰРУ	246

*Научное издание*

**ТВОРЧЕСТВО МОЛОДЫХ – ИННОВАЦИОННОМУ  
РАЗВИТИЮ КАЗАХСТАНА**

*Материалы V Международной научно-технической конференции  
студентов, магистрантов и молодых ученых  
(ВКГТУ, 11, 12 апреля 2019 г.)*

Часть IV

Сборник издан методом прямого копирования авторских статей  
Ответственный за выпуск *О.Н. Николаенко*  
Технические редакторы: *С.Е. Волкова, С.С. Мамыраздыкова*

Подписано в печать 3.05.2019. Формат 60x84/16.

Печать ризографическая. Бумага офсетная.

Усл.печ.л. 14,72. Уч.-изд.л. 20,16.

Тираж 300. Заказ № 723-19.

Цена договорная.

Восточно-Казахстанский государственный  
технический университет им. Д. Серикбаева  
070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова, 69.