

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ФГАОУ ВО ТЮМЕНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сборник научных трудов

Часть 2



Тюмень

Издательство

Тюменского государственного университета

2017

УДК 519.7(082)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ:
сборник научных трудов. Вып.15. Тюмень: Издательство Тюменского
государственного университета, 2017. 549 с.

Пятнадцатый выпуск межвузовского научного сборника содержит статьи студентов, аспирантов, преподавателей по математике, информатике, математическому и компьютерному моделированию, методикам преподавания математики и информатики в средней и высшей школе.

Адресуется студентам, аспирантам, сотрудникам научно-исследовательских организаций, а также широкому кругу читателей.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.Г. Ивашко д. т. н., проф.
В. Н. Кутрунов, д. ф.-м. н., проф.
И. Н. Глухих, д. т. н., проф.
И. Г. Захарова, д. п. н., проф.
А. А. Захаров, д. т. н., проф.
Ю. В. Бидуля, к. филол. н. (отв. секретарь)

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.В. Вершинина
М.С. Цыганова
И.А. Донкова
В.А. Шапцев
О.В. Ниссенбаум
Ю.Е. Карякин
А.А. Никитина
В.А. Баринов
Н.Ф. Бельмецев

ISBN 978-5-400-01370-6

ISBN 978-5-400-01372-0 (Ч.2)

© ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

А.Е.Авдюшина, В.А. Симахин	
ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРА СДВИГА	6
А.С. Адилев, Е.А. Годовников	
МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ «УМНОГО ДОМА»	12
В.Н. Алексеев, Т.П. Земляных, Н.А. Никитина	
РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ЗАДАЧИ	17
И.В. Алябьев, З.З. Шарипов	
РАЗРАБОТКА ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭТАП ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	22
И.В. Алябьев, З.З. Шарипов	
ПОСТРОЕНИЕ ПОДРОБНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ	25
Р.И.Баженов, Т.Т.Медведев	
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА И УЧЕТА БОЛЬНИЧНЫХ ЛИСТОВ В ГУ – РО ФСС РФ ПО ЕАО	31
Р.Р. Бергутов, Р.К. Ахмадулин	
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ МКУ ТЮМЕНЬГОРТРАНС.....	39
Я.Ю. Березина, Л.В.Смолина	
КОМПЬЮТЕРНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ BLENDER 3D .	46
А.С. Боговик, Е.В. Кухаренко	
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА	53
Н.В. Васильев, В.А. Симахин	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СКОРОСТИ ВЕТРА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ.....	58
М.М. Гомзяк, А.В. Григорьев	
КОМАНДНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ.....	66
Е.Н. Горечин, И.В.Горечина	
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2012-2016 ГГ.....	73
А.А.Горовик, М.В.Лазарева	
ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ И ВРЕМЕНИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ ПРИ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТРЕБОВАНИЯХ КАЧЕСТВА ОСНОВАННАЯ НА ГЕНЕТИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ.....	79

Г.М. Джайков	
ВОЛЬТЕРРОВСКИЕ ЗАДАЧИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	88
Г.М. Джайков	
ВОЛЬТЕРРОВСКИЕ ЗАДАЧИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ НА СЕМЕЙСТВЕ ОТРЕЗКОВ ПРЯМЫХ	93
Г.М. Джайков	
ЧИСЛЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИИ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЕСОВОЙ ФУНКЦИЕЙ	98
S.M. Dyachkov ^{1,2} , V.A. Kuznetsov ¹ , V.N. Kutrunov ² , E.I. Yaroslavskaya ¹	
EXPERIENCE OF APPLIANCE MACHINE LEARNING METHODS FOR MEDICAL DIAGNOSTICS	103
S.M. Dyachkov ^{1,2} , V.N. Kutrunov ² , V.A. Kuznetsov ¹ , Todosiychuk V.V. ¹	
WAVELET ANALYSIS AS THE METHOD OF TIME SERIES PREPROCESSING FOR SOLVING CLASSIFICATION PROBLEM	112
А.К. Жданько, А.А. Булатова, Н.О. Бирюков, А.Р. Ибрагимова, Е.А. Иванов, А.Г. Ивашко	
РАСЧЕТ НАГРУЗКИ В КОНФИГУРАЦИИ «1С:УНИВЕРСИТЕТ ПРОФ»	120
М.Д. Гаммер, А.С. Зыков	
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО ИМИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА «КУСТОВАЯ ПЛОЩАДКА СКВАЖИН»	131
Ю.Е. Карлыков, В.В. Козлов	
ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУППЫ СКВАЖИН ПУТЕМ МИНИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ	145
Г.Д. Мусулманбекова, Е.В. Трапезников	
К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИЯЗЫЧНОГО ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНАМ IT-НАПРАВЛЕНИЯ	150
Д.К. Мухамедиева	
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ТИПА КОЛМОГОРОВА-ФИШЕРА	155
Н.А. Ниёзматова, Д.Т. Мухамедиева	
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ	164
Х.А. Примова, Д.Т. Мухамедиева	175
ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ НА РЫНКЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ	175
Н.Ю. Прохорова, Н.В. Эйрих	
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ "ЛИНЕЙНАЯ ФУНКЦИЯ"	186

Г.А. Федорова, А.В. Рогозина	
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ИГРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ.....	191
И.О. Сайфурова, Е.С. Гайдамак	
УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА	194
Б.Т.Солиева, Д.Т.Мухамедиева	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ УСЛУГАМИ.....	201
В.А. Светус, О.Л. Цвырко	
СОЗДАНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ УРОКОВ С КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКОЙ НА ОСНОВЕ МОДУЛЕЙ VBA В СРЕДЕ MICROSOFT POWER POINT.....	211
М.Б.Шарипова, О.Л.Цвырко	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХРОМОМАТЕМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТАХ ШКОЛЬНИКОВ.....	217
Е.А. Шевелева, Т.С. Мамонтова	
РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗВИТИЮ КРЕАТИВНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИКИ	227
Ю.В. Шорохова, Т.В.Павлова	
О ПЛАНАРНЫХ ГРАФАХ И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ЗАДАЧАХ	235
М.С.Якубов, Ф.М.Алимова	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	241
И.Г.Захарова, Н.Д.Гибасев	
РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ РАСЧЕТОВ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЕ	248
В.А.Баринев, Д.А.Григорьев	
МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ВОЛН НА ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ КОНЕЧНОЙ ПРОВОДИМОСТИ	266
Д.Г.Рахимов, Ф.С.Рахимова	
О ВЫЧИСЛЕНИИ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ Э.ШМИДА МЕТОДОМ ЛОЖНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ.....	274
В.Е.Мосягин, Н.А.Швемлер	
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА МОМЕНТА ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМУМА ПРОЦЕССОМ ИБРАГИМОВА-ХАСЬМИНСКОГО.....	282

ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНЫХ ОЦЕНОК ПАРАМЕТРА СДВИГА

Аннотация. Вводятся новые адаптивные (робастные непараметрические) оценки параметра сдвига для семипараметрических супермоделей Тьюки. Методом статистических испытаний проведён анализ потенциальной эффективности адаптивных оценок. Исследования показали высокую потенциальную эффективность адаптивных оценок на симметричных и ассиметричных супермоделях Тьюки.

Ключевые слова. Робастный, непараметрический, адаптивные оценки сдвига, супермодели Тьюки.

Развитие научных исследований характеризуется всё более возрастающей ролью принятия решений в условиях статистической неопределенности. На первый план выходит проблема построения интеллектуальных автоматизированных систем обработки данных в условиях полупараметрических и непараметрических математических моделей. Именно этим обусловлено активное развитие математических методов робастной и непараметрической статистик [1]- [3] и их применений [4], [5]. Классический подход к построению робастных процедур [1]- [2] на основе построения минимаксных решений на полупараметрических классах распределений (супермоделях) - это подход «пессимиста». Решения, полученные таким путем, обладают высокой робастностью на супермодели, но могут иметь катастрофически низкую эффективность для отдельных ситуаций из супермодели. Современный подход заключается в построении адаптивных процедур принятия решений [3]. В данной работе рассматриваются и исследуются новые адаптивные робастные оценки на полупараметрических классах распределений Тьюки. Проводится исследование методом статистических испытаний на примере параметра сдвига для различных моделей выбросов.

Пусть имеется выборка н.о.р. $\vec{X}_N = (x_1, \dots, x_N)$ с функцией распределения (ф.р.) $F(\vec{t}, \theta) \in P_\theta$ - супермодель Тьюки.

$$P_\theta = \{F(x, \theta) = (1 - \varepsilon)G(x, \theta) + \varepsilon \cdot H(x)\}, \quad (1)$$

где $G(\vec{t}, \theta) \in P_{0\theta}$ - априорная модель ф.р., $H(x)$ - распределение выбросов, $\varepsilon \geq 0$ доля выбросов. Требуется по выборке $\vec{X}_N$ оценить неизвестный параметр θ .

Обозначим через $f(x), g(x), h(x)$ плотности распределений F, G, H , соответственно и $F_N(x)$ эмпирическую ф.р. Супермодель Тьюки используется в качестве модели реальных распределений $F(\vec{t}, \theta)$, которые можно считать приближенно совпадающими с априорным распределением $G(\vec{t}, \theta)$.

Для модели (1) оценка максимального правдоподобия (о.м.п.) θ_N параметра θ определяется из эмпирического уравнения

$$\int \varphi(x, \theta_N) dF_N(x) = 0, \quad (2)$$

где оценочная функция $\varphi(x, \theta)$ представима в виде

$$\varphi(x, \theta) = \frac{\partial}{\partial \theta} \ln g(x, \theta) \cdot \frac{g(x, \theta)}{f(x, \theta)} = U(x, \theta) \cdot W(x, \theta), \quad (3)$$

$U(x, \theta)$ - функция вклада о.м.п. для $G(\vec{t}, \theta)$, $W(x, \theta)$ - весовая функция

$$W(x, \theta) = \frac{(1 - \varepsilon)g(x, \theta)}{f(x, \theta)} = \left[1 + \frac{\varepsilon \cdot h(x)}{(1 - \varepsilon) \cdot g(x, \theta)} \right]^{-1}, \quad (4)$$

$$\int \varphi(x, \theta) dG(x) = 0, \quad (5)$$

условие несмещенности оценки.

Исследование выражения (3) позволяет сделать вывод, что в рассматриваемом случае эффективная оценка представляет взвешенную о.м.п. априорного распределения $G(\vec{t}, \theta)$ с весами $W(x, \theta)$ (3), которые и определяют расхождение между $G(\vec{t}, \theta)$ и $\{H(x), \varepsilon\}$. Если вид $G(\vec{t}, \theta)$ и $\{H(x), \varepsilon\}$ известны, то из соотношений (2) - (4) можно синтезировать эффективную взвешенную о.м.п. и свести решение к параметрической задаче. Оценка θ_N параметра θ из (2) является М-оценкой и можно показать [1] - [3], что $\sqrt{N}[\theta_N - \theta]$ имеет асимптотически нормальное распределение.

Так как вид $G(\vec{t}, \theta)$ известен, то в (3) можно определить функцию вклада $U(x, \theta) = \frac{\partial}{\partial \theta} \ln g(x, \theta)$, но остаются неизвестными веса (4).

На рисунке 1 показано поведение весов $W(x, \theta)$ в разных ситуациях в случае нормальных распределений $G(\vec{t}, \theta)$, $H(x)$ для оценки параметра сдвига.

Из Рис.1 (а) наглядно видно, что только в случае удаленных выбросов для получения о.м.п. необходима интуитивно понятная операция усечения функции вклада $U(x, \theta)$. Эвристические алгоритмы, основанные на операции усечения давно и широко используется для построения адаптивных робастных оценок [3]. Все усложняется, когда выбросы находятся внутри области определения $G(\vec{t}, \theta)$ (Рис.1(б, в)). В данном случае эвристически понятная операция усечения не приводит к эффективным оценкам.

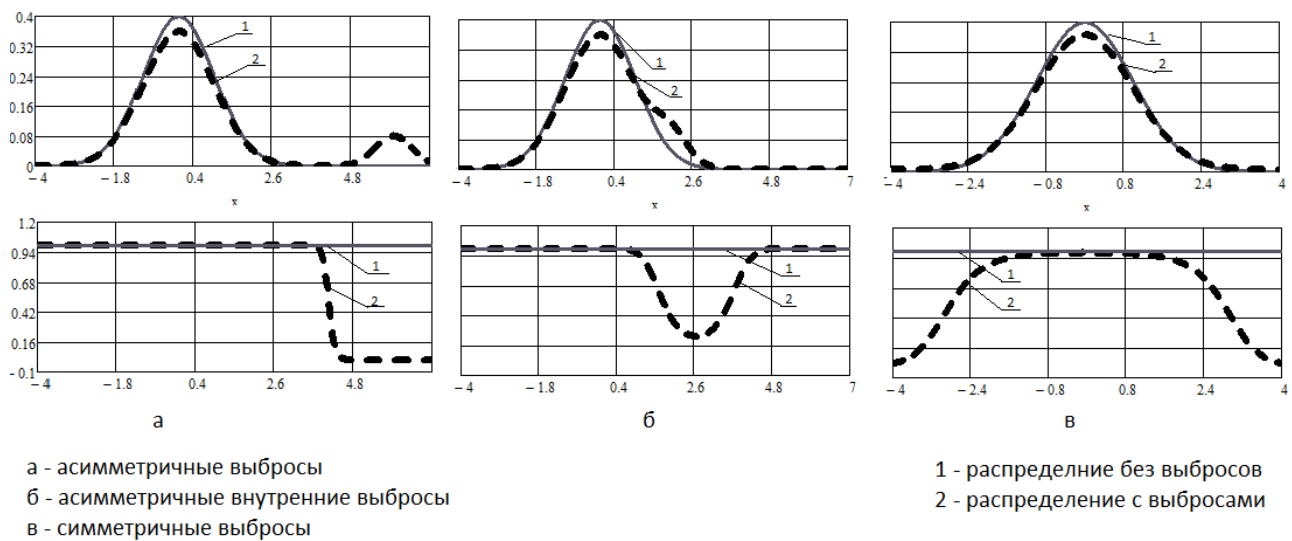


Рис.1

На основе выборки $\vec{X}_N = (x_1, \dots, x_N)$ построим непараметрическую оценку плотности Розенблатта-Парзена

$$f_N(x, h_N) = \frac{1}{N\sqrt{2\pi} \cdot h_N} \sum_{i=1}^N \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - x_i}{h_N}\right)^2\right) \quad (6)$$

Для получения непараметрической оценки $W_N(x, \theta)$ весовой функции $W(x, \theta)$ подставим в выражение (4) оценку (6)

$$W_N(x, \theta) = \frac{(1 - \varepsilon)g(x, \theta)}{f_N(x, \theta)} \quad (7)$$

Можно показать [3], что в результате получим состоятельную непараметрическую оценку $W_N(x, \theta)$ весовой функции $W(x, \theta)$. Адаптивная оценка максимального правдоподобия (а.о.) θ_N параметра θ определяется из эмпирического уравнения

$$\int \varphi_N(x, \theta_N) dF_N(x) = 0, \quad (8)$$

где оценочная функция $\varphi_N(x, \theta)$ представима в виде

$$\varphi_N(x, \theta) = \frac{\partial}{\partial \theta} \ln g(x, \theta) \cdot \frac{g(x, \theta)}{f_N(x, \theta)} = U(x, \theta) \cdot W_N(x, \theta), \quad (9)$$

Методом статистического моделирования исследовались свойства адаптивной оценки (8), (9) при следующих условиях:

Модель Тьюки – суперпозиция нормальных распределений с $\theta = 0, \varepsilon = 0,1$

$$f(x, \theta) = 0,9 \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{x^2}{2}\right] + 0,1 \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot \lambda}} \exp\left[-\frac{(x - \mu)^2}{2 \cdot \lambda}\right] \quad (10)$$

1. Модель1 – без выбросов (**БВ**) - $\theta = 0, \varepsilon = 0$;
2. Модель2 – симметричные выбросы (**СВ**) - $\theta = 0, \varepsilon = 0,1, \mu = 0, \lambda = 3$;
3. Модель3 - ассиметричные выбросы (**АВ1**) - $\theta = 0, \varepsilon = 0,1, \mu = 6, \lambda = 1$;
4. Модель3 - ассиметричные выбросы (**АВ2**) - $\theta = 0, \varepsilon = 0,1, \mu = 2, \lambda = 1$;

Для всех моделей находились доверительные интервалы (ДИ), средние квадратические ошибки $СКО(\theta_{МП})$ эффективных оценок максимального правдоподобия, средние квадратические ошибки $СКО(\theta_{АО})$ адаптивных оценок (8), (9) для $N=100, M=500$ – число итераций моделирования.

Вычислялась потенциальная эффективность $E^* = \frac{СКО_{МП}}{СКО_{АО}}$ для разных ситуаций и доверительные интервалы ДИ для адаптивной оценки.

Результаты моделирования приводятся в таблице 1

Потенциальная эффективность E^* адаптивной оценки.

	БВ	СВ	АС1	АС2
ДИ	[-0.002; 0.016]	[-0.023; 0.015]	[0.154; 0.171]	[0.135; 0.152]
E^*	1	0.91	0.83	0.86

На рис. 2 приведены графики весовых функций потенциальной (4) и оценочной (7).

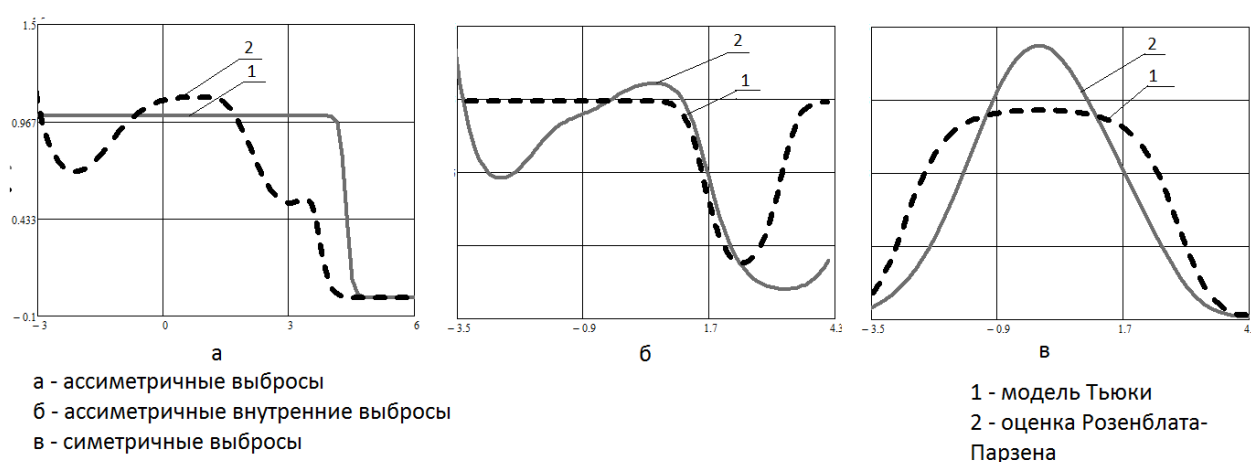


Рис.2

Оценка плотности Розенблатта-Парзена и моделирование производились в системе **R**. Известно [3], что эффективность оценки плотности Розенблатта-Парзена (6) сильно зависит от выбора параметра размытости h_N , поэтому при выборе h_N используют различные критерии оптимальности. Как следует из анализа рис.2 выбор h_N в системе **R** производится не наилучшим образом.

Выводы.

Результаты моделирования показывают, что исследуемые новые адаптивные оценки имеют высокую потенциальную эффективность для нормальной модели Тьюки. При оптимальном выборе h_N потенциальная эффективность адаптивных оценок может быть существенно повышена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хьюбер П. Робастность в статистике. – М.: Мир, 1984, 303 с.
2. Хампель Ф., Рончетти Э., Рауссеу П., Штаэль В. Робастность в статистике. – М.: Мир, 1989, 512 с.
3. Симахин В. А. Робастные непараметрические оценки. – Germany: LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 292 с.
4. Сызранцев В. Н., Невелев Я. П., Голофаст С. Л. Расчет прочностной надежности изделий на основе методов непараметрической статистики. – Новосибирск: Наука, 2008, 216 с.
5. Симахин В.А., Черепанов О.С., Шаманаева Л.Г. Пространственно-временная динамика скорости ветра по результатам мини-содарных измерений // Известия вузов. Физика. 2015. Т. 58. № 12. С. 176–181.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ «УМНОГО ДОМА»

Аннотация. В статье представлено описание проектирования и разработки мобильного приложения для системы «умного дома».

Ключевые слова: мобильное приложение, мобильный интерфейс, «умный дом», платформа.

В современных интеллектуальных зданиях системы автоматизации и управления зданиями занимают ключевое место, обеспечивая взаимосвязь всего инженерного оборудования и систем здания.

Результатами применения системы будут: повышение комфорта проживания жильцов, повышение безопасности объекта автоматизации, энергетическая эффективность, гибкость управления.

Объектом проекта является мобильный интерфейс для «умного дома». Система «умный дом» представляет собой набор устройств, распределенных по помещению и объединенных в единую сеть.

Актуальность обусловлена ростом числа интеллектуальных зданий, ростом спроса на системы автоматизации, необходимостью гибкого управления системами подобного рода.

Целью работы является повышение уровня комфорта проживания в жилом помещении, посредством создания мобильного приложения для управления «умным домом».

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- Проектирование приложения.
- Проектирование интерфейса.
- Разработка приложения.
- Тестирование.

В состав системы входят следующие устройства:

- Устройства по теплоснабжению, кондиционированию.

- Устройства освещения.
- Бытовые устройства.
- Устройства безопасности.

Основной особенностью интеллектуального здания является объединение отдельных подсистем в единый управляемый комплекс.

Самая главная аксиома «умного дома» состоит в том, что система управления и её инженерные подсистемы должны быть построены по блочному принципу. Это означает, что каждая подсистема должна уметь работать автономно, чтобы её работу можно было отладить и обслуживать, отключив оборудование от центрального управления.

Принцип работы «умного» дома заключается в центральном компьютере, принимающем сигналы от командных устройств, затем эти сигналы передаются исполнительным системам (см. Рис. 1).



Рис. 1. Архитектура «умного дома».

Проанализировав существующие решения, были определены следующие функциональные требования к разрабатываемому приложению:

1. простой, но понятный и наглядный интерфейс;
2. настройка параметров подключения к серверу;

3. авторизация на сервере;
4. генерирование интерфейса по результатам HTTP – запроса;
5. управление устройствами посредством HTTP – запросов;
6. реализация обратной связи с сервером посредством сокет-соединения;
7. одинаково удобное отображение на устройствах с различным разрешением экрана;
8. возможность расширения функциональности.

Для описания функциональных возможностей системы лучше всего подойдёт диаграмма вариантов использования.

Лица, взаимодействующие с системой:

1. Пользователь.
2. Сервер.

Пользователь использует приложение для того, чтобы просматривать список устройств системы, их текущее состояние, изменять их состояние, просматривать аналитику по каждому устройству.

Сервер должен обрабатывать получаемые запросы и возвращать данные.

Функции системы:

1. Для первичного подключения к системе пользователь должен предварительно настроить адрес сервера.
2. При входе в систему пользователь вводит свой логин и пароль.
3. После входа в систему для управления устройствами пользователь должен загрузить интерфейс.
4. После загрузки интерфейса для выбора интересующего его устройства пользователь должен выбрать подсистему, помещение и само устройство.
5. Для выбранного устройства пользователь может выполнить следующие операции: просмотр текущего состояния, изменение состояния, просмотр аналитики.

Результат составления диаграммы вариантов использования представлен на рис. 2.

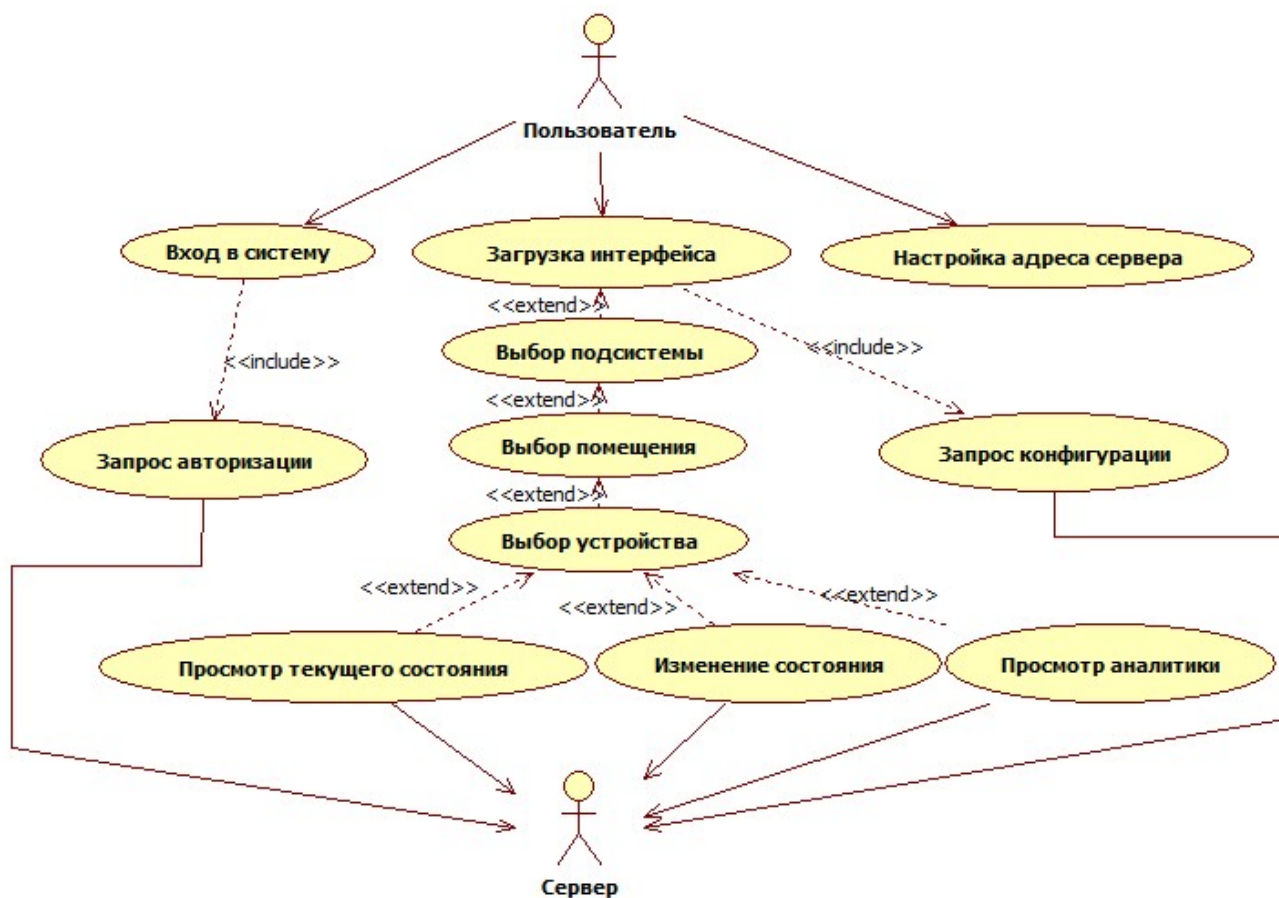


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования.

В качестве платформы для реализации мобильного приложения была выбрана операционная система Android.

Она даёт новые возможности для мобильных приложений, предлагая открытую среду разработки, построенную на открытом ядре Linux. У всех приложений есть доступ к аппаратным средствам устройства, для чего используются специальные серии API-библиотек[1]. Это открытая и бесплатная платформа разработки ПО, что отличает её от платформы iOS от компании Apple[2].

В качестве языка программирования был выбран язык Java, потому что он является основным языком, на котором разрабатываются приложения под платформу Android. В качестве среды разработки была выбрана Android Studio. В качестве формата обмена данными между сервером и мобильным

приложением было решено использовать формат JSON (англ. JavaScript Object Notation) по следующим причинам:

- легко читаем.
- подходит для представления сложных структур.
- меньшая синтаксическая избыточность, по сравнению с XML[3].

На рис. 3 представлен интерфейс приложения.

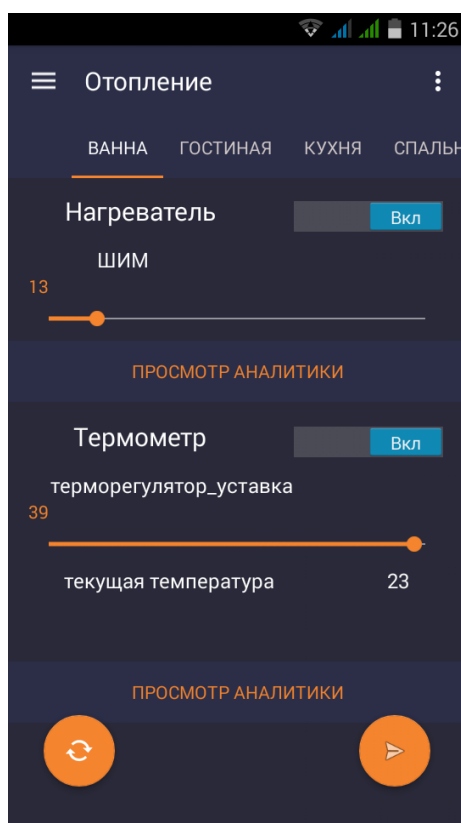


Рис. 3. Экран управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голощапов, А.Л. Google Android. Программирование для мобильных устройств.
2. Майер Р. Android 2: программирование приложений для планшетных компьютеров и смартфонов:[пер. с англ.]/Рето Майер. - М.: Эксмо, 2011. – 672 с.
3. Introducing JSON [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.json.org/>, свободный.

РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ЗАДАЧИ

Аннотация. В статье представлено решение вероятностной задачи, которая может быть использована для олимпиад или творческих заданий. Также приведена программа, дающая оценку вычисляемой вероятности методом Монте-Карло.

Ключевые слова: вероятность, метод Монте-Карло, олимпиадная задача.

В одном из туров Internet-олимпиады для младших школьников нужно было решить задачу о количестве прямоугольников, которые можно было выделить в сетке размером 2×5 . Обобщим эту задачу. Найти количество прямоугольников выделяемых в сетке размером $m \times n$, где для определенности будем считать $m \geq n$ (стороны прямоугольников лежат на линиях сетки). Пусть также ячейки рассматриваемой сетки являются квадратами. Тогда естественным образом возникает теоретико-вероятностная задача, которая с успехом может быть предложена для студенческих олимпиад различного уровня (или для российского тура олимпиад школьников). Сформулируем эту задачу.

Найти вероятность того, что наудачу выбранный прямоугольник в прямоугольной сетке размером $m \times n$ ($m \geq n$) с квадратными ячейками окажется квадратом.

Решим эту задачу на основе формулы классической вероятности. Также построим математическую модель проведения испытаний в виде Pascal-программы. Иными словами будем оценивать вероятность описанного события методом статистических испытаний (или, иначе, методом Монте-Карло) [1].

Расположим сетку в первой координатной четверти таким образом, что более длинная сторона лежит на оси абсцисс. Тогда произвольный выбор прямоугольника равносителен случайному выбору пары вертикальных линий

сетки и пары горизонтальных линий. По комбинаторному правилу умножения находим общее количество N равновозможных исходов такого выбора:

$$N = C_{m+1}^2 \cdot C_{n+1}^2 = \frac{mn(m+1)(n+1)}{4}. \quad (1)$$

Теперь вычислим количество исходов благоприятствующих наступлению интересующего нас события. Найдем количество квадратов размером $k \times k$, где $k \in \{1, 2, \dots, n\}$. Для получения такого квадрата нужно выбрать полосу ширины k параллельную оси ординат и полосу такой же ширины параллельную оси абсцисс. Вычислим количество таких полос, параллельных оси ординат. Будем фиксировать положение выбранной полосы по правому краю. Этот край имеет уравнение $x = C$, где $C \in \{k, \dots, m\}$. Таким образом, можно выбрать $m - k + 1$ различных вертикальных полос ширины k . Аналогично (отмечая положение верхнего края) находим, что количество горизонтальных полос ширины k будет равно $n - k + 1$. Значит, по правилу умножения, количество различных квадратов со стороной k , которые можно выбрать в исходной сетке, будет равно $(m - k + 1) \cdot (n - k + 1)$. Следовательно, количество M благоприятствующих исходов выбора найдется как результат суммирования количеств квадратов

всех допустимых размеров, то есть $M = \sum_{k=1}^n (m - k + 1)(n - k + 1)$. Произведем в

этой сумме замену индекса суммирования, положив $t = k - 1$. Тогда, с учетом изменения границ нового индекса суммирования, получим $M = \sum_{t=0}^{n-1} (m - t)(n - t)$.

Для отдельного слагаемого в этой сумме получаем следующее соотношение $(m - t)(n - t) = mn - (m + n)t + t^2$. Теперь сгруппируем слагаемые в сумме в три суммы

$$M = mn^2 - (m + n) \sum_{t=0}^{n-1} t + \sum_{t=0}^{n-1} t^2. \quad (2)$$

Первое слагаемое в алгебраической сумме (2) получено как результат суммирования n одинаковых слагаемых равных mn . Сумма во втором

слагаемом, очевидно, является суммой членов арифметической прогрессии. Поэтому

$$(m+n) \sum_{t=0}^{n-1} t = \frac{n(n-1)(m+n)}{2}. \quad (3)$$

Остается вычислить третье слагаемое в формуле (2). Для этого применим прием, описанный в известной книге Пойа [2, с.88-89]. Рассмотрим разность $(t+1)^3 - t^3 = 3t^2 + 3t + 1$. Просуммировав обе части этого равенства для всех значений t от 0 до n , получим $n^3 = 3 \sum_{t=0}^{n-1} t^2 + 3 \sum_{t=0}^{n-1} t + n$. Из этого равенства, после очевидных преобразований находим

$$\sum_{t=0}^{n-1} t^2 = \frac{n(n-1)(2n-1)}{6}. \quad (4)$$

Примечание: для студентов, знакомых с дискретным преобразованием Лапласа или с применением производящих функций, результат (4) можно получить с помощью этого инструментария.

Подставляя (3) и (4) в (2) после некоторых преобразований получим:

$$M = \frac{n(n+1)(3m-n+1)}{6}. \quad (5)$$

Результаты (1) и (5) позволяют получить искомую формулу для вычисления вероятности события A , описанного выше:

$$P(A) = \frac{2(3m-n+1)}{3m(m+1)}. \quad (6)$$

Приведем текст Pascal-программы (freewareсистема PascalABC) оценивающей вероятность этого события методом статистических испытаний. В программе производится выбор пары различных чисел от 0 до m (переменные x_1 и x_2), а также пары разных чисел от 0 до n (переменные y_1 и y_2). После этого выбора счетчик общего количества испытаний увеличивается на единицу. Проверяется условие $|x_1 - x_2| = |y_1 - y_2|$ (полосы одинаковой ширины), при выполнении которого счетчик количества благоприятных

исходов увеличивается на единицу. Испытания ведутся непрерывно до нажатия на любую клавишу. На экран, в одни и те же точки непрерывно выдается информация об общем количестве проведенных испытаний в серии, о количестве успешно завершившихся испытаний и относительная частота появления события A . Также на экране представлена постоянная информация о выбранных значениях m и n , а также значение, вычисленное по формуле (6).

```
PROGRAM Probability;
  Uses
  Crt;
  Var
    m,n,x1,x2,y1,y2,k,p:Integer;
  Ch:Char;
BEGIN
  //ввод исходных размеров сетки
  CRTWindowSize(25,12); ClrScr;
  Write(' m > ');ReadLn(m);
  Write(' n > ');ReadLn(n);
  //начальная инициализация счетчиков, вывод значения по формуле
  Randomize; k:=0; p:=0;
  GoToXY(2,4); Write('P_formula = ',2*(3*m-n+1)/3/m/(m+1):10:7);
  GoToXY(2,6); Write('Counter M = ');
  GoToXY(2,8); Write('Counter N = ');
  GoToXY(2,10); Write('P_compute = ');
  //очисткабуфераклавиатуры
  While KeyPressed do Ch:=ReadKey;
  //проведение испытаний с выводом текущих значений
  Repeat
    Repeat
      x1:=Random(m+1);
      x2:=Random(m+1);
    until x1<>x2;
    Repeat
      y1:=Random(n+1);
      y2:=Random(n+1);
    until y1<>y2;
  Inc(p);
  If abs(x1-x2)=abs(y1-y2) then Inc(k);
```

```

GoToXY (14,6) ;Write (k:8) ;
GoToXY (14,8) ;Write (p:8) ;
GoToXY (14,10) ;Write (k/p:10:7) ;
until KeyPressed
END .

```

Приведем результаты нескольких пробных запусков.

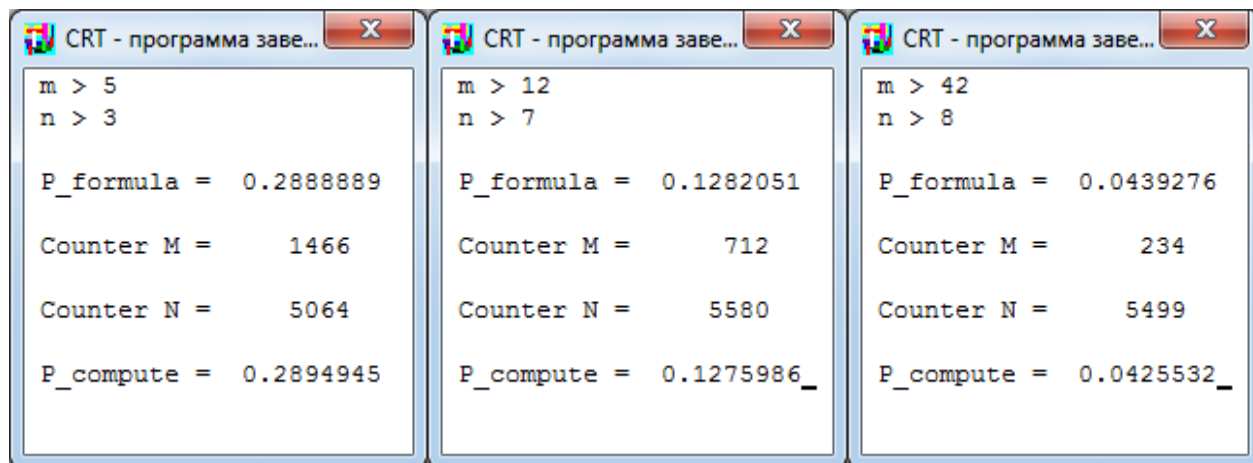


Рис. 1. Результаты пробных запусков.

Как видно из рисунка 1, экспериментальные результаты достаточно хорошо согласуются с теоретически вычисленными.

В статье описано решение задачи, которая может быть предложена на математических олимпиадах школьников и/или студентов. Также эту задачу можно ставить как задачу для моделирования методом статистических испытаний на олимпиадах по программированию. Возможно обобщение задачи на трехмерный (а также и на большую размерность) случай.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло)/ Н.П. Бусленко и др.; под ред. Ю.А. Шрейдера. М.: Физматгиз, 1962. 332 с. (Справочная математическая библиотека).
2. Пойа Д. Математическое открытие / Д. Пойа. Изд. 2-е, стер. М.: Наука, 1976. 448с.

РАЗРАБОТКА ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭТАП ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Аннотация. В статье вводится понятие политики информационной безопасности программного обеспечения, а так же описана разработка подобной политики как этап проектирования.

Ключевые слова: политика информационной безопасности, проектирование программного обеспечения.

Проектирование программного обеспечения (далее ПО) может быть очень трудоемким процессом, в зависимости от его назначения и предъявляемых к нему требований отказоустойчивости, надежности и т.п. Информационная безопасность, в контексте работы разрабатываемого ПО, может быть обеспечена недостаточно, в зависимости от квалификации разработчиков ПО в области информационной безопасности. В данной статье описан подход, потенциально повышающий обеспеченность информационной безопасности, путем разработки политики информационной безопасности ПО в процессе проектирования.

Политика информационной безопасности ПО (далее ПИБПО), в контексте данной статьи, определяется как перечень требований и рекомендаций информационной безопасности, предъявляемых к ПО на всех этапах разработки. На рис.1 показана общая структура подобной ПИБПО.

ПИБПО, в общем случае, имеет два т.н. «уровня»: локальный и глобальный. Локальный уровень представляет собой ПИБПО, разрабатываемую и применяемую в рамках конкретного проекта по разработке ПО. Локальная ПИБПО включает в себя два базовых уровня: совокупность общих требований и рекомендаций ИБ и совокупность требований и

рекомендаций ИБ для конкретной предметной области (для которой, собственно, и разрабатывается ПО в конкретном случае).

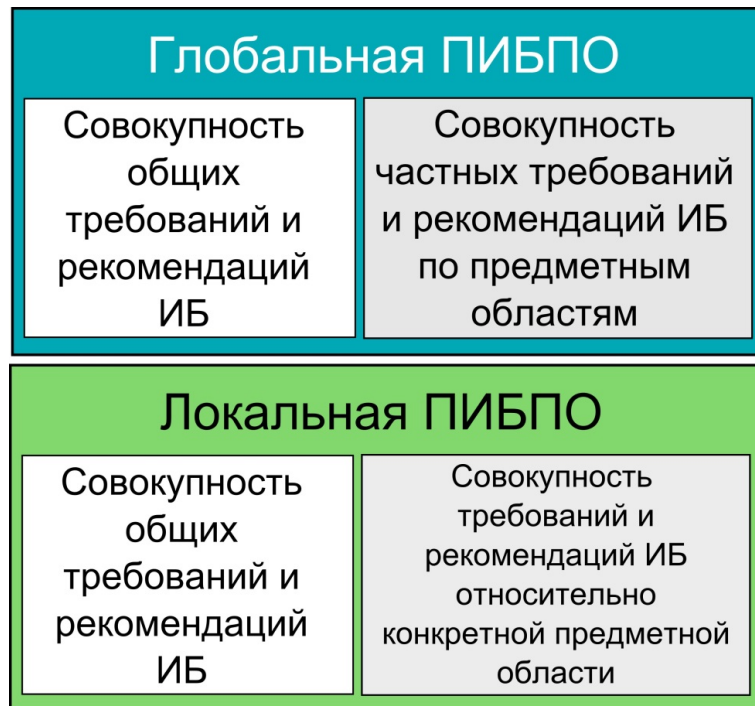


Рис.1. Общая структура политики информационной безопасности ПО.

Общие требования и рекомендации ИБ, в свою очередь, могут быть сформированы на основе различных стандартов в сфере ИБ, опубликованных результатов исследований в сфере ИБ и т.п. Частные же требования формируются в процессе исследования конкретной предметной области. Т.н. «глобальная» ПИБПО, формируется на основе локальных ПИБПО, и, также, имеет 2 уровня.

На рис.2 изображен процесс формирования глобальной ПИБПО. На этапе проектирования ПО происходит формирование локальной ПИБПО. Источником для локальной политики ПИБПО являются требования ИБ, описанные в техническом задании конкретного проекта (например, разработка системы планирования ресурсов предприятия). Далее происходит применение стандартов и других регламентирующих нормативных документов ИБ, имеющих отношение к предметной области конкретного проекта (например, FIPS200 - Минимальные требования безопасности для федеральной

информации и информационных систем). После чего применяются опубликованные результаты научных исследований. В конечном счете, знания, полученные в результате разработки политики ИБ в рамках проекта, накапливаются в глобальной ПИБПО. В последующих разработках, глобальная ПИБПО используется как один из источников для разработки локальной ПИБПО.

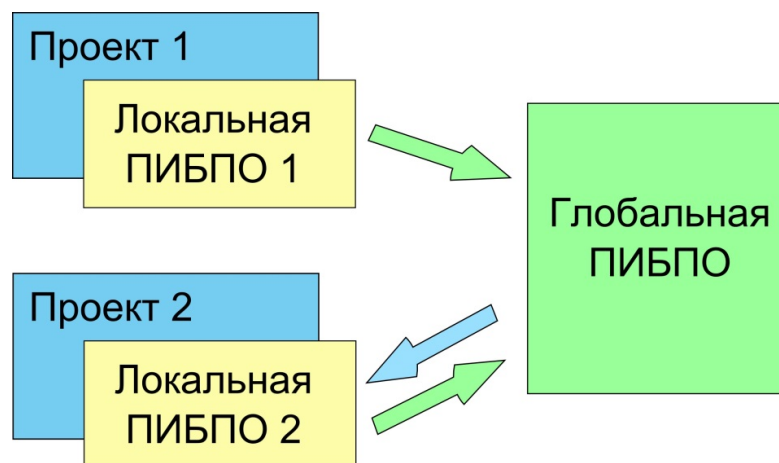


Рис.2. Процесс формирования политики информационной безопасности ПО.

ПИБПО рекомендуется описывать в виде тезисов, подкрепленных обоснованием того или иного требования или рекомендации. Кроме того, следует обеспечить контроль версий для глобальной ПИБПО.

Описанный выше подход потенциально повышает уровень обеспечения информационной безопасности в программных продуктах, реализованных с его использованием. Следует отметить, что с развитием глобальной ПИБПО, повышается и эффективность ее использования с каждой новой разработкой.

Также следует отметить пользу данного подхода с точки зрения образования (саморазвитие участников и повышение квалификации). При наличии ПИБПО новые члены той или иной команды разработчиков будут обучаться более эффективно (в контексте повышения квалификации в сфере информационной безопасности), что особенно актуально в исследовательских и прикладных проектах выполняемых командами, сформированными из студентов.

ПОСТРОЕНИЕ ПОДРОБНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ

Аннотация. В статье описана модель системы предотвращения утечек информации.

Ключевые слова: предотвращение утечек информации, модель системы.

Предотвращение утечек информации является одной из самых актуальных проблем информационной безопасности на сегодняшний день. Под утечкой информации, в данной статье, понимается случайная или преднамеренная передача конфиденциальных данных неавторизованному лицу[1]. В данной статье описана модель системы предотвращения утечек информации (Data loss/leak prevention, далее DLP), а также рекомендации по разработке DLP-системы используя данную модель.

Пример распределения системы предотвращения утечек информации в корпоративной сети предприятия показан на рис.1.

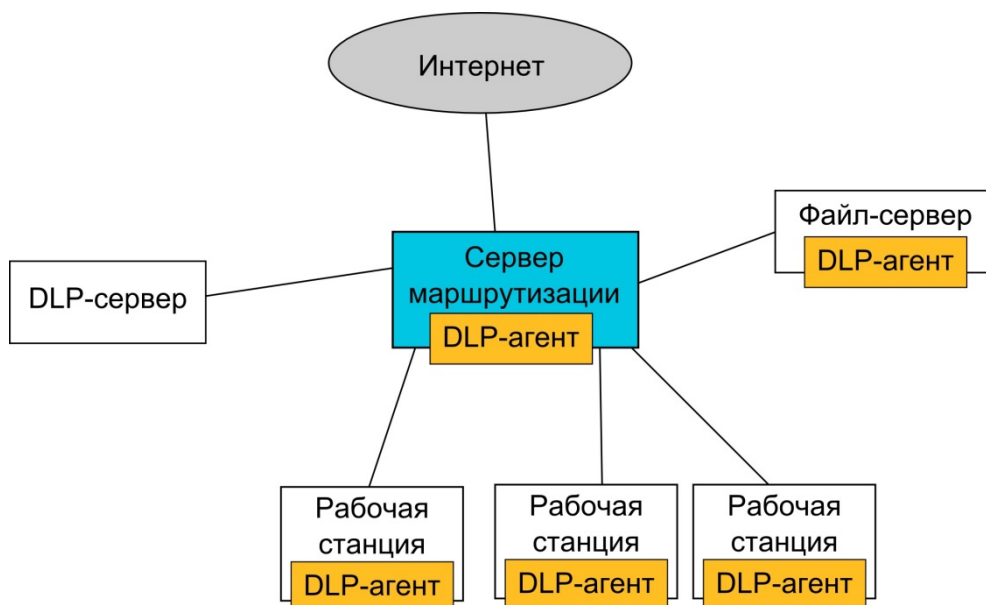


Рис. 1. DLP-система в корпоративной сети предприятия.

DLP-агент (клиент) – программа, устанавливаемая на компьютеры пользователей, на сервера хранения данных (например, файл-сервер) и в качестве межсетевого экрана. DLP-сервер предназначен для распространения политик, показывает статистику по событиям на компьютерах пользователей. DLP-агент выполняет свои функции даже в случае отключения от сервера.

На рис.2. изображена общая модель DLP-агента, включающая 3 уровня: уровень обмена сообщениями, уровень мониторинга (логирования) и уровень DLP. Назначение уровня обмена сообщениями состоит в том, чтобы обеспечить клиент-серверное взаимодействие между DLP-сервером и DLP-агентом. Уровень мониторинга предназначен для сбора данных о действиях пользователя, состоянии файловой системы, свойствах компьютера и т. п. Кроме того, логирование работы самого DLP-клиента (вне контекста DLP) также обеспечивается данным уровнем. Уровень DLP разрешает или блокирует те или иные действия.

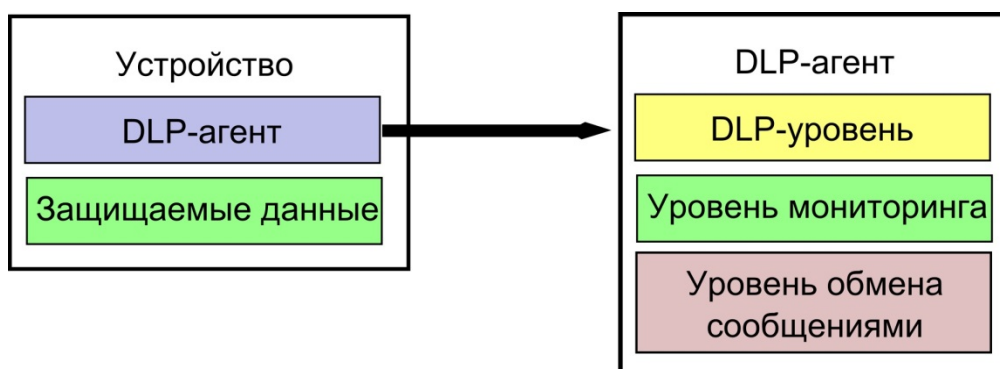


Рис. 2. Общая модель DLP-агента.

Уровень обмена сообщениями включает в себя две основные функции – это авторизация и базовый обмен сообщениями. Каждый агент при подключении к серверу проходит авторизацию. Кроме того, может быть реализован механизм установления подлинности сервера на агенте при подключении. Это необходимо, т.к. данные, передаваемые с DLP-агента на DLP-сервер сами по себе могут представлять интерес для злоумышленника. Базовый обмен сообщениями предоставляет соответствующий механизм для

взаимодействия агента и сервера. Существуют различные типы сообщений, основанные на базовом типе сообщений. В структуру базового сообщения входит уникальный идентификатор, отправитель и временной штамп. Остальные типы сообщений создаются в зависимости от назначения: для синхронизации политик – свой тип, для каждой DLP-функции – свой. В зависимости от конкретной реализации, уровень обмена сообщениями может являться ядром, обеспечивающим также и взаимодействие с остальными частями DLP-агента, может являться модулем, вызываемым остальными модулями программы для взаимодействия с сервером, или же может быть распределен по всем модулям, являясь отдельной частью каждого (это не касается функции авторизации, т.к. она относится к DLP-агенту в целом, а сообщения от разных модулей производится в общей сессии после авторизации).

На рис.3. представлена модель DLP-агента, при котором уровень мониторинга является основным. В данном случае DLP-агент собирает данные об активности пользователя и состоянии компьютера, а сервер обрабатывает эти данные и представляет результат в удобном виде, в то время, как активные DLP-функции могут отсутствовать (блокирование неразрешенных действий), а разбирательства по утечке могут происходить в организационном порядке на предприятии. В описанном контексте, ядро подсистемы мониторинга отвечает за запуск и остановку отдельных модулей, а также их конфигурирование в соответствии с политиками, устанавливаемыми сервером. Модули уровня мониторинга собирают данные в соответствующих их назначению областях, а именно: работа со съемными носителями (характеристики устройства, данные, считанные или записанные на устройство и т.п.), печать документов, файловая система (создание, изменение, удаление файлов), логирование работы самого приложения и др. Следует отметить, что в данном случае наличие сервера является обязательным и должен быть реализован механизм, обеспечивающий отложенную отправку данных на сервер в случае отключения агента от сервера. Кроме того, должны быть продуманы рамки накопления данных на агенте.

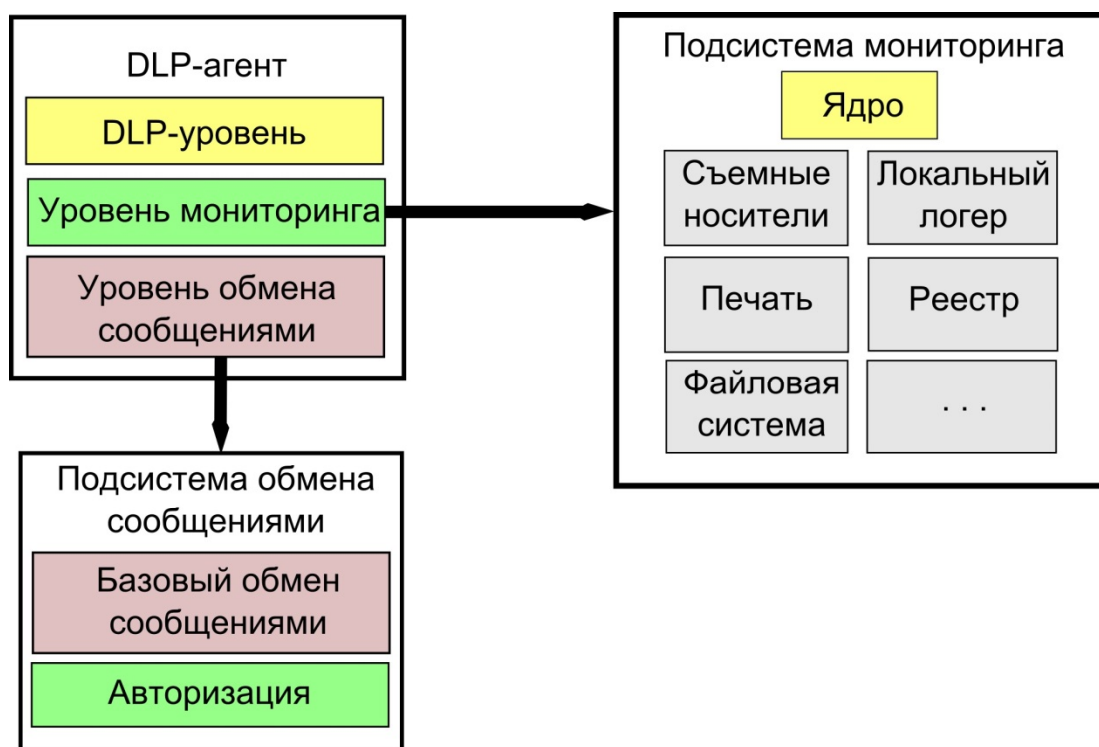


Рис.3. Модель DLP-агента с подсистемой мониторинга в качестве основной.

На рис.4. представлена модель DLP-агента, при котором уровень DLP является основным.

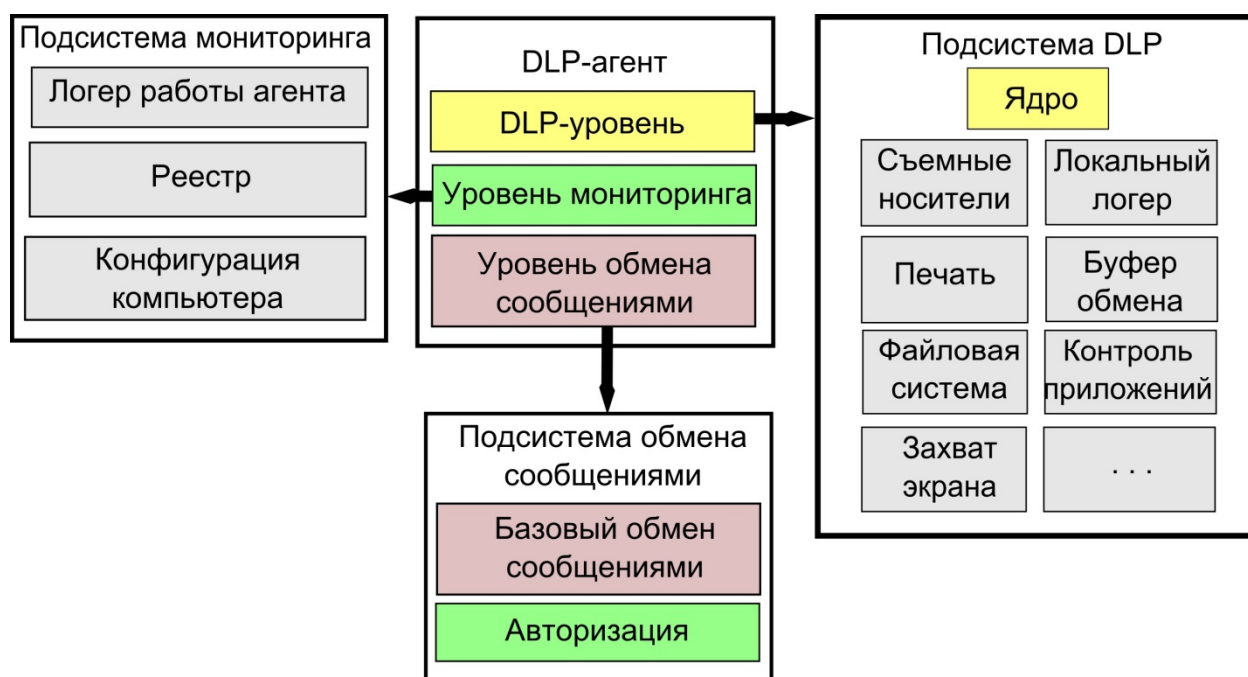


Рис.4. Модель DLP-агента с подсистемой DLP в качестве основной.

Подсистема мониторинга собирает данные, непосредственно не связанные с контекстом DLP, такие как логирование работы самого агента, изменения системного реестра и т.п. Подсистема DLP, в свою очередь обеспечивает предотвращение утечек по каналам, покрытым конкретной реализацией DLP-системы.

Ключевым отличием от варианта с доминирующей системой мониторинга является то, что в данном случае DLP-система предпринимает активные действия, такие как блокирование действий, шифрование разделов управление доступом и т.д., в то время как функционал мониторинга ограничивается наблюдением. Также следует отметить, что в некоторых случаях необязательно иметь сервер, т.к. большинство функций DLP выполняются локально и не требуют подключения агента к серверу, так же и политики могут конфигурироваться локально.

На рис.5. изображена общая модель DLP-сервера. Основным назначением сервера является конфигурирование и распространение политик.



Рис. 5. Модель DLP-сервера.

Обработка получаемых от агентов данных, в самом простом случае, нужна для вывода статистики по деятельности пользователей рабочих станций. Кроме того, на основе результатов анализа получаемых сервером данных можно конфигурировать политики более рационально.

Подобное разделение на уровни продиктовано следующим. Для предприятия, по тем или иным причинам, может быть невыгодно приобретение одного из предлагаемых на рынке DLP-решений. Зачастую, предприятию достаточно лишь определенного набора DLP-утилит – инструментов, обрабатывающих какой-либо конкретный канал утечек информации (съемные носители, печать и т.п.). В подобном случае, может быть целесообразно разрабатывать соответствующую ограниченному набору требований DLP-систему с нуля. При использовании методологии разработки с частыми релизами, данный подход является более рентабельным, т.к. уровни могут разрабатываться независимо друг от друга, а функции программного обеспечения могут добавляться от релиза к релизу начиная с реализации самых критичных для предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shabtai A, Elovici Y, Rokach R. A Survey of Data Leakage Detection and Prevention Solutions. SpringerBriefs in Computer Science, 2012, 92 стр.
2. Alneyadi S, Sithirasanen E, Muthukkumarasamy V. A survey on data leakage prevention systems. Journal of Network and Computer Applications, 2016, том 62, стр. 137–152.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА И УЧЕТА БОЛЬНИЧНЫХ ЛИСТОВ В ГУ – РО ФСС РФ ПО ЕАО

Аннотация. В статье представлена разработка информационной системе по расчёту и учёту больничных листов в Государственном учреждении – региональном отделении Фонда социального страхования по Еврейской автономной области. Показано краткое описание этапов проектирования и разработки информационной системы, сопровождаемое диаграммами, схемой базы данных, примерами форм программы.

Ключевые слова: Информационная система, база данных, больничный лист, учёт, автоматизация учёта.

В современном мире уровень автоматизации процессов обработки информации растет ежедневно и поэтому повышается необходимости в усовершенствовании программного обеспечения для повышения эффективности работы. В связи с потребностью увеличения скорости обработки информации и упорядоченного хранения данных было принято решение о разработке автоматизированной информационной системы расчета и учета больничных листов для Государственного учреждения – регионального отделения Фонда социального страхования Российской Федерации по Еврейской автономной области. Это позволило бы облегчить сотрудникам отделения занесение и проверку листов нетрудоспособности и увеличить скорость работы, тем самым, повысив продуктивность всего регионального отделения Фонда.

Проблемами разработки и проектированию информационных систем занимались различные ученые. Вопросам проектированию уделяли внимание Г.Н.Смирнова и др. [1], Р.И.Баженов [2]. В.А.Глаголев разрабатывал

информационные системы для оценки пожароопасности [3]. Информационное моделирование принятия административных решений исследовал С.М.Сергеев [4]. Интерактивные решения для online создания форм и баз данных показали Е.И.Свентицкий и Н.А.Иванова [5]. О.И.Чуйко и С.И.Белозерова провели разработку информационной системы учета успеваемости студентов на основе облачных технологий [6]. Разработку информационной системы «Служба биллинга» представили Т.А.Галаган и З.А.Казаков [7]. Автоматизированная информационная система активного позиционирования студентов на рынке труда рассмотрена В.В.Козловым и М.М.Насыровым [8]. В.А.Векслер и О.Я.Дубей разработали автоматизированное рабочее место администратора гостиницы [9]. Информационные системы как инструмент функционального анализа потоков данных рассмотрел С.В.Козлов [10]. Концепция построения информационной системы поддержки принятия решений при отборе конкурсных научно-исследовательских работ предложена Г.Р.Калимуллиной, Ш.М.Минасовым. С.В.Тарховым [11]. Роль информационных систем и технологий в управлении предприятиями сферы услуг показала Л.В.Пустькина [12].

После того как был проведен анализ организационной структуры учреждения и его бизнес-процессов, связанных с учетом листов нетрудоспособности были выявлены недостатки уровня автоматизации данных процессов, что влияет на снижение эффективности деятельности отделения в целом.

В связи с этим, было принято решение о создании автоматизированной информационной системы, с помощью которой сотрудники отделения могли бы выполнять задачи: сбор данных о листках нетрудоспособности отделения Фонда; расчет пособий по временной нетрудоспособности; учет и хранение листков нетрудоспособности; использование данных информационной системы для проведения камеральных проверок.

Первым этапом в проектировании информационной системы был анализ предметной области, после чего была разработана диаграмма вариантов использования (рис. 1).

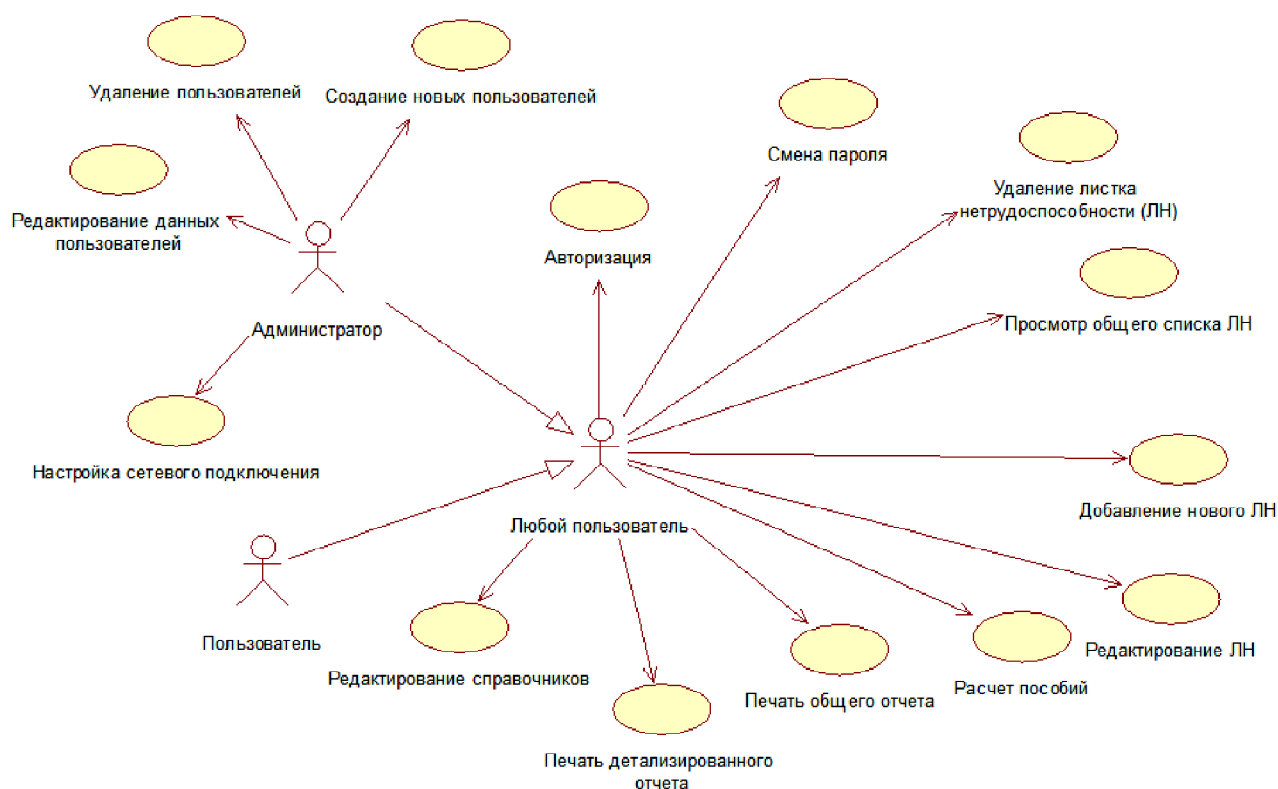


Рис. 1 – UML-диаграмма вариантов использования.

Представленная диаграмма (рис.1) описывает функциональное взаимодействие компонентов системы.

Следующим этапом является проектирование логической модели предметной области (рис. 2).

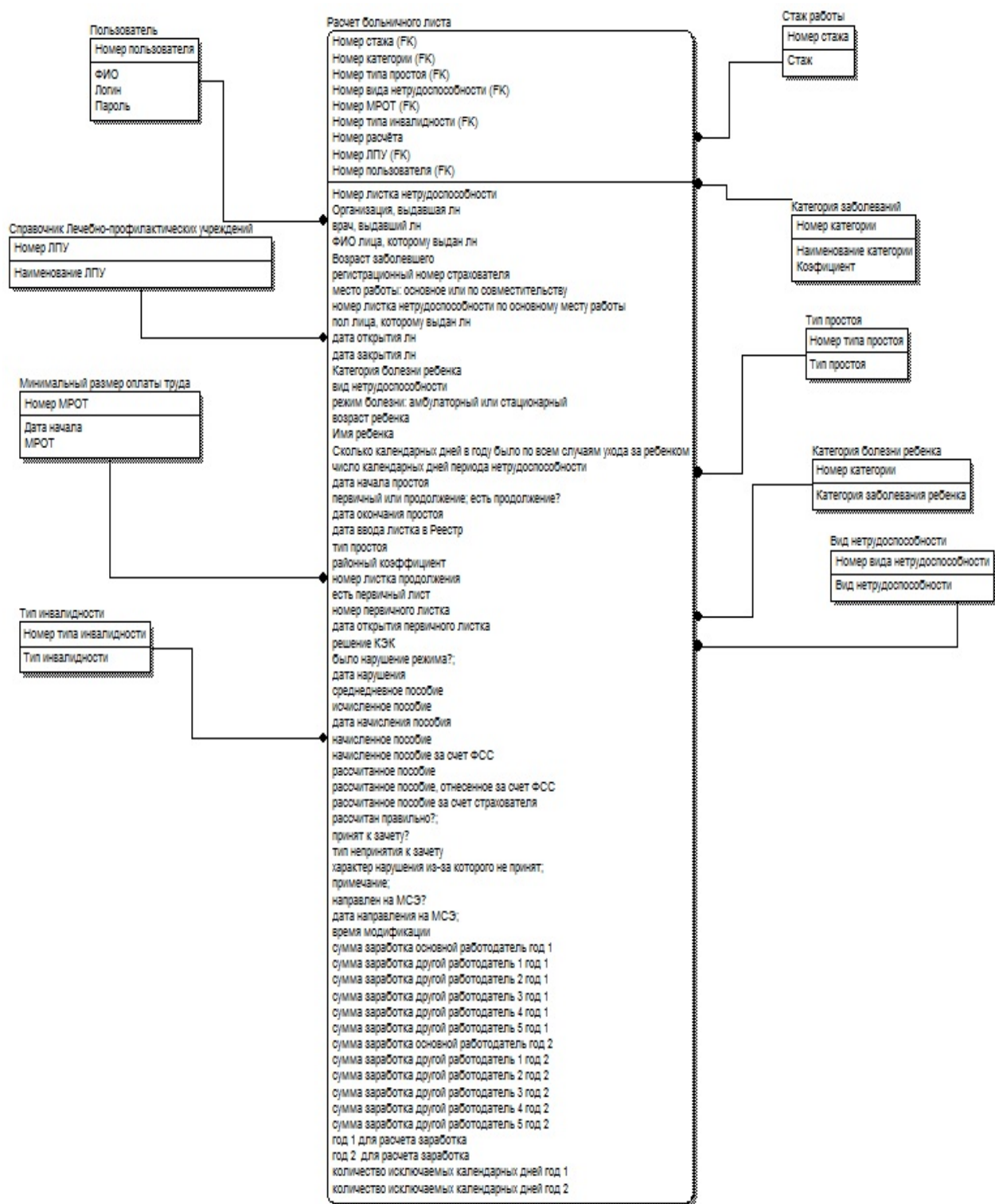


Рис. 2 - Логическая модель базы данных.

Логическая модель базы данных позволяет четко представить видение сущностей базы данных, на основе которого можно спроектировать физическую модель.

В качестве системы управления базой данных была выбрана среда MySQL 5.6.

Производить взаимодействие с информационной системой пользователь будет через интерфейс, запрограммированный в системе Delphi 7. Интерфейс представляет собой набор из нескольких форм, связанных между собой.

При запуске программы открывается окно авторизации, где предлагается ввести логин и пароль, и после успешной авторизации открывается главная форма информационной системы (рис.3).

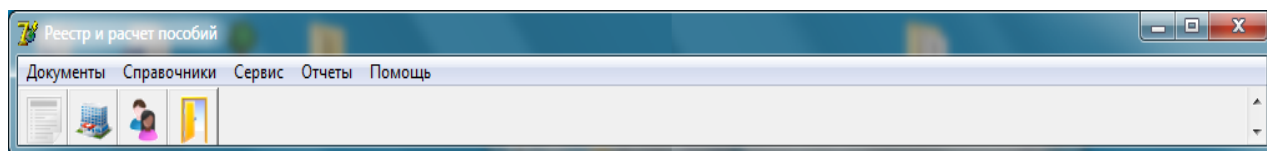


Рис. 3 – Главное окно программы.

Главная форма содержит в себе меню и кнопки быстрого доступа к различным функциям. При помощи пунктов меню пользователь имеет возможность выбрать требуемый режим работы подсистемы. Кнопки быстрого доступа дублируют некоторые наиболее часто употребляемые пункты меню. Пользователь системы может выполнять следующие задачи: ведение реестра листов нетрудоспособности; редактирование справочников; смена пароля; просмотр изменений программы.

Для начала ведения реестра листов нетрудоспособности необходимо нажать соответствующую кнопку на панели с кнопками быстрого доступа или выбрать соответствующий пункт меню. После этого отобразится форма со списком всех внесенных данных по листкам нетрудоспособности, изображенная на рис. 4.

ФИО	Номер ЛН	Дата открытия	Дата закрытия	Дата исчисления	Дата ревизии
Тролин Андрей Артемович	164799981226	13.01.2017	22.01.2017	31.01.2017	31.01.2017
Иванов Петр Васильевич	164799983041	12.01.2017	16.01.2017	16.01.2017	16.01.2017
Алексеева Анна Сергеевна	164799981132	23.12.2016	29.12.2016	31.01.2017	31.01.2017
Калинин Александр Васильевич	164799983041	22.04.2016	02.05.2016	11.01.2017	11.01.2017
Андронов Алексей Витальевич	164799984435	22.04.2016	02.05.2016	11.01.2017	11.01.2017
Головашева Елена Сергеевна	164799981434	11.01.2017	19.01.2017	31.01.2017	31.01.2017
Горбатовский Виктор Андреевич	164799983214	31.01.2017	31.01.2017	31.01.2017	31.01.2017
Кудряшова Виктор Викторович	164799988877	18.01.2017	23.01.2017	31.01.2017	31.01.2017

Рис. 4 – Форма «Листки нетрудоспособности».

На данной форме расположена таблица со списком и кнопки для работы с реестром, а именно: добавить документ; удалить документ; войти в карточку; печать общего отчета.

При печати отчета программа формирует отчет с общими данными внесенными в базу данных. Общий отчет представлен на рис. 5.

№	Серия листка нетрудоспособности, кому и кем выдан	Пол	Период и вид нетрудоспособности	Категория (стан), процент пособия	Пропущен о календарных дней	Размер пособия по данным ФСС	Размер пособия по данным страхователя	Отклонение -переплата +недоплата	Размер пособия за счет ФСС	Размер пособия за счет ФСС по данным страхователя	Отклонение -переплата +недоплата
1	№ 164799981226, Тролин Андрей Артемович, ОГБУЗ "Синдическая районная больница"	Жен.	13.01.2017 - 22.01.2017, Общее заболевание	Свыше 8 лет 100%	11	11204	15406,7	-4202,700195	4201	11204,90039	-7003,900391
2	№ 164799983041, Иванов Петр Васильевич, ОГБУЗ "Областная больница"	Муж.	12.01.2017 - 16.01.2017, Общее заболевание	Свыше 8 лет 100%	5	16	4000	-3984	24	0	24
3	№ 164799981132, Алексеева Анна Сергеевна, ОГБУЗ "Областная больница"	Жен.	29.12.2016 - 29.12.2016, Общее заболевание	Свыше 8 лет 100%	8	4437	7100,1602	-2663,160156	2662	4437,600098	-1775,600098

Рис. 5 – Общий отчет.

Для добавления нового листка нетрудоспособности необходимо нажать соответствующую кнопку на панели. После этого форма перейдет в режим добавления нового документа. Работа с данным режимом представляет собой взаимодействие с 6 вкладками и работу с панелью быстрого доступа. После перехода в данный режим кнопка сохранить становится активной. Данная форма изображена на рис. 6.

Рис. 6 – Форма добавления нового документа.

Для того что бы сохранить новый листок нетрудоспособности в реестр пользователю необходимо последовательно внести данные на каждой из вкладок. Некоторые из полей становятся доступны для заполнения после установки соответствующего условия, что предотвращает добавление неверных

данных. После заполнения данных на всех шести вкладках пользователь сможет сохранить данные, а так же напечатать детализированный отчет по сохраненному документу, данный отчет изображен на рис. 7.

Размер пособия, исчисленного страхователем 9 562,00р.

Размер пособия, отнесенного страхователем за счет ФСС 5 224,87р.

Расчет пособия по временной нетрудоспособности

Выдан ОГБУЗ "Октябрьская центральная районная больница" Врач Савельева
Фамилия, имя, отчество Калинин Александр Васильевич
 Инвалидности нет

Категория заболевания/заболевших (стаж) Свыше 8 лет

Размер дневного пособия 100%

Период нетрудоспособности 22.04.2016 - 02.05.2016

Вид нетрудоспособности Общее заболевание

Пропущено по нетрудоспособности 10 рабочих дней

Сведения о заработке за расчетный период
 (Повременная с ежемес. выплатой премий в зарплату)

Год	Сумма заработка у работодателя,	Сумма заработка у других работодателей					Всего	Предельная величина
	Работодатель 1	Работодатель 2	Работодатель 3	Работодатель 4	Работодатель 5			
2014	248 283,00р.	0,00р.	0,00р.	0,00р.	0,00р.	0,00р.	248 283,00р.	
2015	296 594,00р.	0,00р.	0,00р.	0,00р.	0,00р.	0,00р.	296 594,00р.	

Расчет размера пособия

Сумма начислений	За 2014г. - 248 283,00р.	Размер пособия - всего 7464,1
	За 2015г. - 296 594,00р.	Из него:
Итого начислений 544 877,00р.		За счет ФСС 5 224,87р.
Средний дневной заработок 746		За счет страхователя 9 562,00р.
Размер дневного пособия 746,00р.		
Недоплата(переплата) -2097,9р.		
Недоплата(переплата) 0р.		
за счет средств ФСС		Ревизор Администратор

Рис. 7 – Детализированный отчет.

Разработанная информационная система позволяет вести реестр больничных листов, производить автоматический расчет пособий при внесении первичных данных, что существенно упрощает работу сотрудникам отделения, следовательно, повышая эффективность работы всего отделения в целом.

В настоящее время программное обеспечение работает в тестовом режиме и планируется ее внедрение в ближайшее время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнова Г.Н., Сорокин А.А., Тельнов Ю.Ф. Проектирование экономических информационных систем. М.: Финансы и статистика, 2003. 512 с.
2. Баженов Р.И., Семёнова Д.М. О разработке информационной системы учета деятельности членов общественной молодежной палаты // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 6-1 (38). С. 26.
3. Глаголев В.А., Баженов Р.И. Реализация баз данных для оценки и прогноза пожарной опасности растительности // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 4 (29). С. 67.

4. Сергеев С.М. Информационное моделирование принятия административных решений // Государственное и муниципальное управление в XXI веке: теория, методология, практика. 2016. № 24. С. 92-97.
5. Свентицкий Е.И., Иванова Н.А. Интерактивные решения для online создания форм и баз данных // Новое слово в науке: перспективы развития. 2014. № 2 (2). С. 185-187.
6. Чуйко О.И., Белозерова С.И. Разработка информационной системы учета успеваемости студентов на основе облачных технологий // Интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. № 5. С. 239.
7. Галаган Т.А., Казаков З.А. Разработка информационной системы «Служба биллинга» // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки. 2013. № 63. С. 27-31.
8. Козлов В.В., Насыров М.М. Автоматизированная информационная система активного позиционирования студентов на рынке труда // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 3-2 (22). С.25-26.
9. Векслер В.А., Дубей О.Я. Автоматизированное рабочее место администратора гостиницы – корпоративная информационная система для малого бизнеса // Молодой ученый. 2014. № 4. С. 92-95.
10. Козлов С.В. Информационные системы как инструмент функционального анализа потоков данных // NovaInfo.Ru. 2017. Т. 1. № 61. С. 25-30.
11. Калимуллина Г.Р., Миначов Ш.М., Тархов С.В. Концепция построения информационной системы поддержки принятия решений при отборе конкурсных научно-исследовательских работ // В сборнике: Современные тенденции в образовании и науке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 26 частях. 2013. С. 71-73.
12. Путькина Л.В. Роль информационных систем и технологий в управлении предприятиями сферы услуг // Nauka-Rastudent.ru. 2016. № 5. С. 13.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ МКУ ТЮМЕНЬГОРТРАНС

Аннотация. В статье рассмотрен способ улучшения информированности потребителей городской транспортной системы за счёт создания модуля визуализации движения общественного транспорта для разработанной ранее автоматизированной системы диспетчеризации МКУ Тюменьгортранс. Модуль выполняется в виде программного обеспечения для мобильных устройств и веб-сайта.

Ключевые слова: общественный транспорт, визуализация, модуль.

Основная цель работы городской транспортной системы – групповая перевозка жителей города по заданным маршрутам и расписаниям. Основными характеристиками транспортной системы являются точность, доступность, безопасность и информированность для потребителей.

В настоящее время наблюдается усложнение соблюдения графиков движения по городским маршрутам автобусами. Причинами этого являются высокая загруженность дорог, погодные условия и некоторые другие форс-мажорные обстоятельства. В то же время, с ростом пассажиропотока, растут требования к системе общественного транспорта. Допускается балансировка системы между двумя такими характеристиками, как точность и информированность: если не получается добиться наивысшей точности соблюдения расписания маршрута, то необходимо обеспечить потребителей актуальной информацией. Под актуальной информацией при этом подразумевается местоположение ожидаемого автобуса и его приблизительное время прибытия с учетом всех задержек.

До появления высокоскоростного и доступного интернета, узнать интересующую и актуальную информацию о работе общественного транспорта

простому гражданину можно было на табличных расписаниях, расположенных на остановочных пунктах, для садоводческих сообществ – через газеты. Имеется горячая линия, где возможно получить консультацию по работе системы общественного транспорта. Все эти способы доставки информации имеют сложности в поддержке таких характеристик, как насыщенность и актуальность. Так, например, они требуют постоянного найма персонала и выполнения большого количества «ручного» труда в виде приема звонков, консультаций, обхода всех табличных расписаний, проверки их на актуальность и изготовление новых. Газетные выпуски же становятся просто не выгодными.

В данной работе рассматривается способ улучшения информированности потребителей городской транспортной системы посредством сети интернет путём разработки подсистемы для использования на мобильных устройствах. Такой способ доставки информации лишен многих недостатков, подобных перечисленным выше.

Таким образом, основной целью работы является создание средства навигации для пользователей, не обладающих специальными знаниями, в информационной структуре общественного транспорта города.

В список представляемых пользователю сведений входит информация:

- об остановках и маршрутах, проходящих через них;
- о схемах движения маршрутов и расписаниях движения автобусов;
- о прогнозируемом времени фактического прибытия автобуса на остановку;
- о текущем местоположении автобуса определённого маршрута;
- о кратчайшем пути и времени проезда на общественном транспорте между остановками.

Разрабатываемая подсистема должна соответствовать следующим требованиям информационного обеспечения:

- доступ к требуемой информации должен производиться максимально быстро;

- информация должна быть всегда актуальна;
- необходимо применять визуальные приемы, такие как ассоциативные цвета, для отображения важных элементов информации.

Для достижения поставленной цели было решено разработать для уже существующей автоматизированной системы диспетчеризации (АСД) МКУ Тюменьгортранс модуль визуализации движения общественного транспорта на клиентских мобильных устройствах.

К программному обеспечению были сформулированы нефункциональные требования, среди которых выделим следующие:

- к серверу:
 - высокая пропускная способность для работы с многочисленными клиентскими устройствами;
 - работа с базами данных, поддерживающими пространственные типы данных (координаты, географические линии, географические фигуры);
 - способность работать с дистрибутивами *Linux*;
- к клиентским устройствам:
 - работа с машиночитаемыми форматами данных, такими как *JSON/XML*;
 - работа с реляционными базами данных или с объектными графами;
 - доля минимальной версии операционной системы на рынке не менее 1%.

Для разработки подсистемы был выбран следующий инструментарий:

- для разработки серверной части:
 - язык программирования *Python*;
 - веб-каркас *Django*;
 - система управления базами данных (СУБД) *PostgreSQL*;
 - расширение для работы с географическими данными на уровне базы данных *PostGIS*;
 - нереляционная СУБД *Redis*;
- для разработки мобильного клиента для *Android*:
 - язык программирования *Java*;

- встраиваемая реляционная база данных *SQLite*;
- для разработки мобильного клиента для *iOS*:
 - язык программирования *Objective-C*;
 - язык программирования *Swift*;
- вспомогательный инструментарий:
 - редакторы кода для различных языков программирования *JetBrains PyCharm, Apple Xcode, Android Studio*;
 - система контроля версий *Git*;
 - система удаленного отслеживания ошибок в работе программного обеспечения (ПО) и их дальнейшей каталогизации *Sentry*;
 - клиент для работы с различными СУБД *JetBrains DataGrip*.

При разработке подсистемы, в основу клиентского ПО был положен популярный архитектурный шаблон MVC (*Model-View-Controller, Модель-Представление-Контроллер*). Основная цель такого хода – отделение модели от её визуализации, возможность представления одних и тех же данных в разных формах. Для работы с данными использовалась объектно-ориентированная модель, с опытом применения которой при решении различных задач, связанных с визуализацией, можно ознакомиться в работах [1-2].

Применение указанных выше инструментов и технологий позволило разработать программное обеспечение для мобильных устройств (модуль визуализации для АСД МКУ Тюменьгортранс), выполняющее все заявленные функции, и соответствующее всем предъявленным требованиям.

Схема размещения программных элементов на различных аппаратных устройствах представлена на рис. 1. Так, из схемы видно, что создаваемый в рамках данной работы модуль (клиентское программное обеспечение) будет использоваться на смартфонах пользователей, а необходимые для работы данные будут загружаться с сервера по сети интернет.

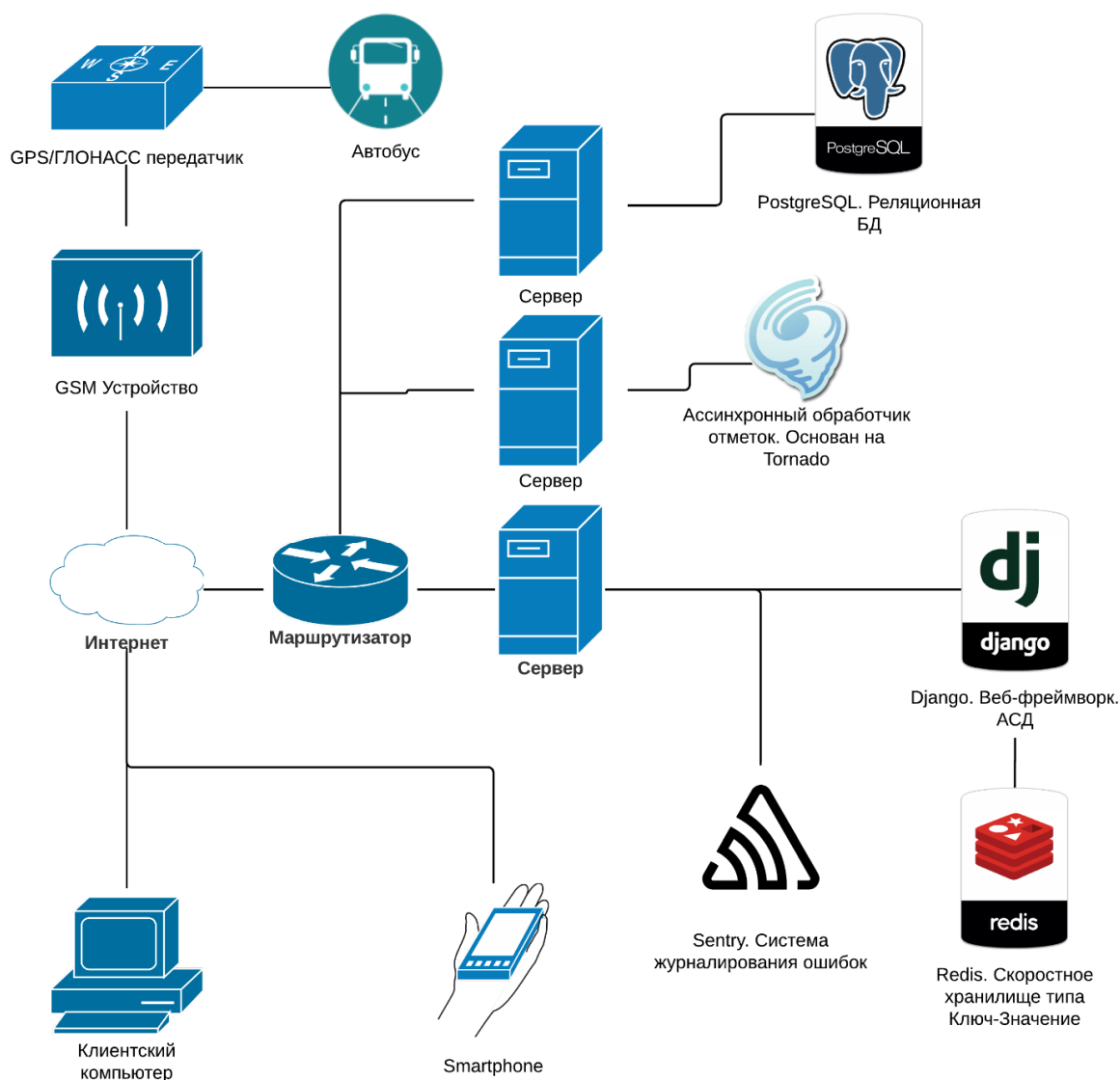


Рис. 1. Диаграмма размещения

После запуска разработанного клиентского программного обеспечения на мобильном устройстве, пользователю будет предложен список избранных остановок и остановок рядом с его текущим местоположением (рис. 2). Здесь же может отображаться и информация о текущем балансе карт ТТС.

Пользователь может выбрать одну из предложенных остановок (или любую другую, существующую в городе, с помощью поиска или карты) и ознакомиться с информацией о маршрутах, проходящих через неё, с графиками их движения (рис. 3а). Можно ознакомиться и со схемой движения каждого маршрута по отдельности (рис. 3б)

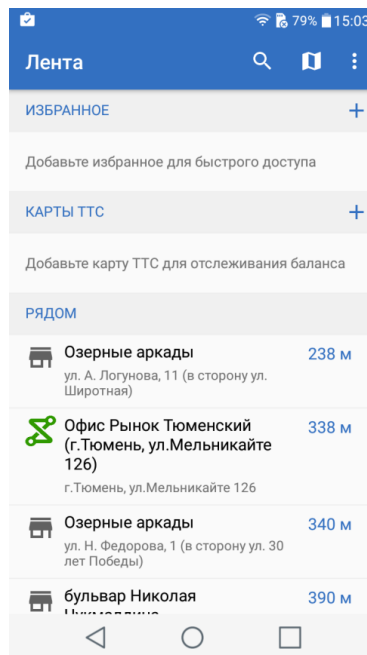
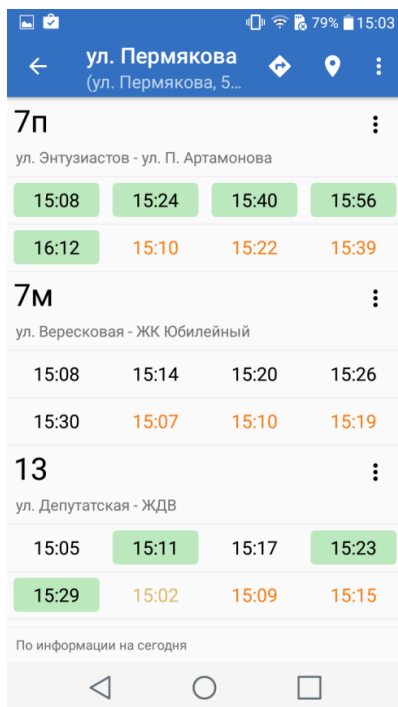
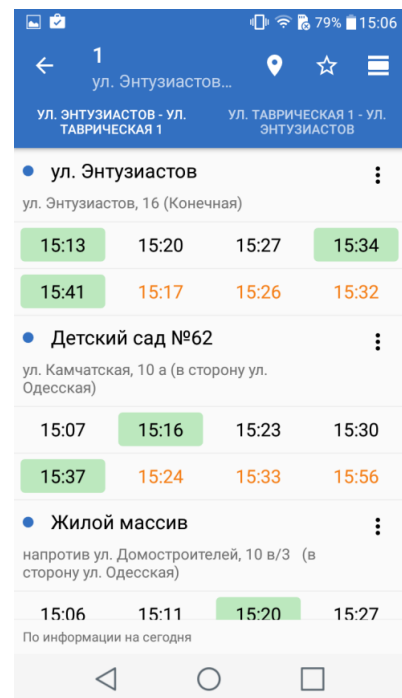


Рис. 2. Список остановок рядом с местоположением пользователя



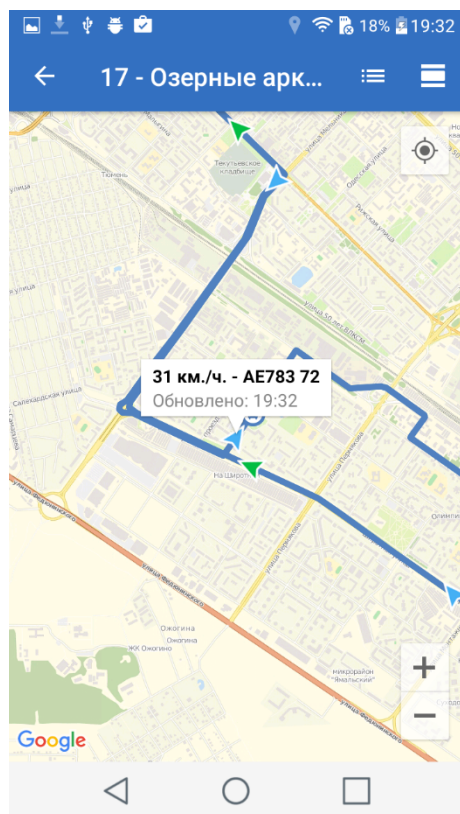
а)



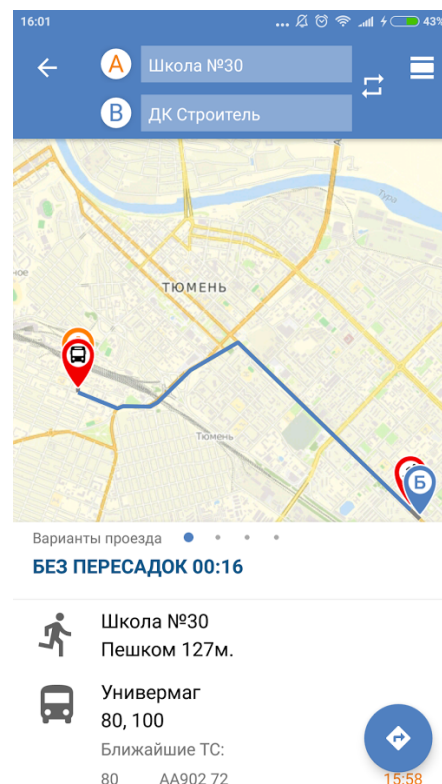
б)

Рис. 3. График движения автобусов: а) на остановке, б) на маршруте

Удобным является отображение схемы движения маршрута на карте города (рис. 4а). Ещё одной функцией, использующей для вывода результатов карту города, является поиск маршрута от остановки *A* до остановки *B* и расчёт времени в пути (рис. 4б).



а)



б)

Рис. 4. Представление данных на карте города:

а) схема маршрута, б) время в пути

На сегодняшний день, разработанный модуль АСД МКУ Тюменьгортранс для визуализации движения общественного транспорта на клиентских мобильных устройствах прошёл тестирование и может быть установлен на смартфонах пользователей городской транспортной системы. Данное программное обеспечение позволит им получать актуальную и полную информацию об остановках, маршрутах, графиках движения общественного транспорта и др. Цель работы достигнута.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akhmadulin R.K., Bakanovskaya L.N. Object-Oriented Programming When Developing Software in Geology and Geophysics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2017. Vol. 50, №1. P. 012049. DOI: 10.1088/1755-1315/50/1/012049
2. Ахмадулин Р.К., Бакановская Л.Н., Мираев А.И. Кроссплатформенное программное обеспечение для визуализации данных геофизических исследований скважины // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2017. № 1. С. 44-48.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ BLENDER 3D

Аннотация. В статье рассматривается понятие информационного моделирования, как процесса создания трёхмерных моделей объектов с использованием возможностей компьютерной среды для 3D-моделирования Blender.

Ключевые слова: модель, моделирование, информационное моделирование, компьютерная среда, компьютерная графика, графический 3D-редактор.

Моделирование, начиная с древнейших времен, связано со становлением человеческой цивилизации, истоки моделирования берут своё начало еще с появления наскальной живописи, где изображения мамонтов и охотников, можно рассматривать как абстрактную модель удачной охоты. Первыми распознаваемыми моделями были числа. Модели создаются для того, чтобы упростить работу по рассмотрению и воздействию на объект, не имея его реального прототипа[5]. Счёт и запись чисел в виде засечек на костях задокументированы с периода 30000 лет д.н.э. Следующими областями, в которых началось бурное развитие моделей стали Астрономия и Архитектура. Моделирование как процесс связано с построением, исследованием и использованием моделей (от лат. *modulus* – мера, образец) различных объектов, процессов и явлений в различных областях науки и техники.

Становление информационного моделирования как метода познания неразрывно связано с появлением первых компьютеров в конце 40-х – начало 50-х гг. XX в., поскольку оно направлено на решение исследовательских задач по изучению, фиксации того или иного уровня познания объекта, позволяющей описывать не только его строение, но и предсказать (с той или иной степенью приближения) его поведение; прогнозировать характеристики и состояние

объекта; выбирать воздействия для достижения поставленных целей моделирования. Результаты таких исследований служат для определения и улучшения характеристик реальных объектов и процессов; для понимания сути явлений и выработки умения приспосабливаться или управлять ими; для конструирования новых объектов или модернизации старых.

Другой аспект информационного моделирования связан с процессами кодирования и использования возможностей современных программных продуктов. Информационное моделирование можно рассматривать как особый вид отражения объективной действительности, в ходе которого субъект на основе целеполагания, системного анализа, понимания процессов обработки и преобразования информации, формализации выражает информацию на одном из языков кодирования [1]. Возможности реализации методов компьютерного информационного моделирования многообразны и основаны на современном развитии технологических систем моделирования, вобравших в себя весь арсенал новейших информационных технологий, включая графические оболочки, мультимедийные средства и видео, поддерживающие создание элементов анимации [5]. Одним из направлений развития современного информационного моделирования с использованием возможностей компьютера является моделирование с использованием различного рода графических прикладных пакетов, направленных на моделирование определённых объектов и явлений в компьютерной среде. Среда моделирования выступает в ролях: предметно-ориентированной базы знаний при отражении статической структуры объектной модели; связанной с объектной моделью формой "вычислений", понимаемой как реализация модельной динамики при исследовании объектной модели, проведении с ней экспериментов.

Понятие среды моделирования является естественным развитием концепции предметно-ориентированных пакетов прикладных программ и систем моделирования [6]. Среда моделирования поддерживает разработку и исследование моделей уже конкретных объектов, или объектной модели, в избранной предметной области. Существуют различные среды компьютерного

моделирования, характерные для моделирования и анализа специфических задач конкретных областей науки и техники. Основную долю рынка программных сред моделирования информационных моделей занимают три пакета: 3D StudioMax фирмы Kinetix, Softimage 3D от компании Microsoft, Maya, разработанная консорциумом известных компаний Alias, Wavefront, TDI. Свободно распространяемой средой для создания трёхмерных компьютерных изображений, включающей в себя средства моделирования и обработки является графический 3D-редактор Blender. Такая среда позволяет создать трёхмерную область пространства, наблюдать её из различных точек (изменять угол зрения), передвигать и изменять 3D-объекты [2].

Компьютерное информационное моделирование будем рассматривать как современный метод познания действительности, представляющий создания информационных моделей и оперирование ими с использованием возможностей компьютерного программного обеспечения. **Blender**— бесплатный многоплатформенный графический 3D-пакет для моделирования в трехмерной среде. Blender включает в себя средства 3D-моделирования, анимации, рендеринга, обработки видео, визуальные 3D-эффекты и многое другое. Основные особенности редактора[4]:

- полностью интегрированный набор программ, предлагающий широкий диапазон инструментов для создания 3D-приложений, включая моделирование, анимацию, визуализацию, постпроизводство видео и создания игр;
- маленький размер исполняемого файла, для легкого распространения;
- высококачественная 3D-архитектура, дающая возможность быстро и эффективно создавать рабочий поток;
- бесплатные каналы поддержки через www.blender3d.org.

В современном постиндустриальном обществе владение знаниями компьютерного информационного моделирования становится неотъемлемой частью любой профессиональной деятельности. Предлагаемая методика освоения технологии трёхмерного моделирования в среде Blender,

ориентирована на индивидуальные предпочтения пользователя и знакомство с возможностями использования персонального компьютера, как инструмента для решения практико-ориентированных задач, основанных на процессах самостоятельного приобретения знаний, активного и продуктивного творчества при создании 3D-моделей виртуальной реальности [3].

Интенсивное развитие и внедрение информационных и телекоммуникационных технологий во все сферы современного общества привело к появлению дистанционных образовательных технологий, которые базируются на реализации основной идеи опосредованном (на расстоянии) или не полностью опосредованном взаимодействии обучающегося и преподавателя. В этой связи предлагаются методико-технологические основы дистанционного обучения компьютерному 3-D моделированию, реализованные в среде СДО Moodle на образовательном портале Омского государственного педагогического университета в рамках сетевой инициативы «Школа Компьютерных наук» («School of Computer Science», <http://school.omgpu.ru/course/index.php?categoryid=210>).

Методика поддерживает технологию уровневой дифференциации обучения, в рамках которой предполагается выполнение учащимися практико-ориентированных заданий на разных уровнях сложности: 1 уровень (минимальный) - школьник, 2 уровень (базовый) - студент, 3 уровень (усложнённый) - преподаватель. В поддержку данной методики на образовательном портале ОмГПУ создан дистанционный курс «Компьютерная графика и art-дизайн в трёх измерениях» (Рис.1), входящий в цикл курсов по изучению основ работы с созданием и обработкой графических изображений «Виртуальная студия компьютерной графики и фотомонтажа».

Данный курс предполагает изучение теоретических аспектов компьютерного моделирования и трёхмерной графики, создание объемных композиций, 3D-проектов комнат в различных стилевых направлениях интерьерного дизайна в трехмерном пространстве среды 3D-моделирования Blender.

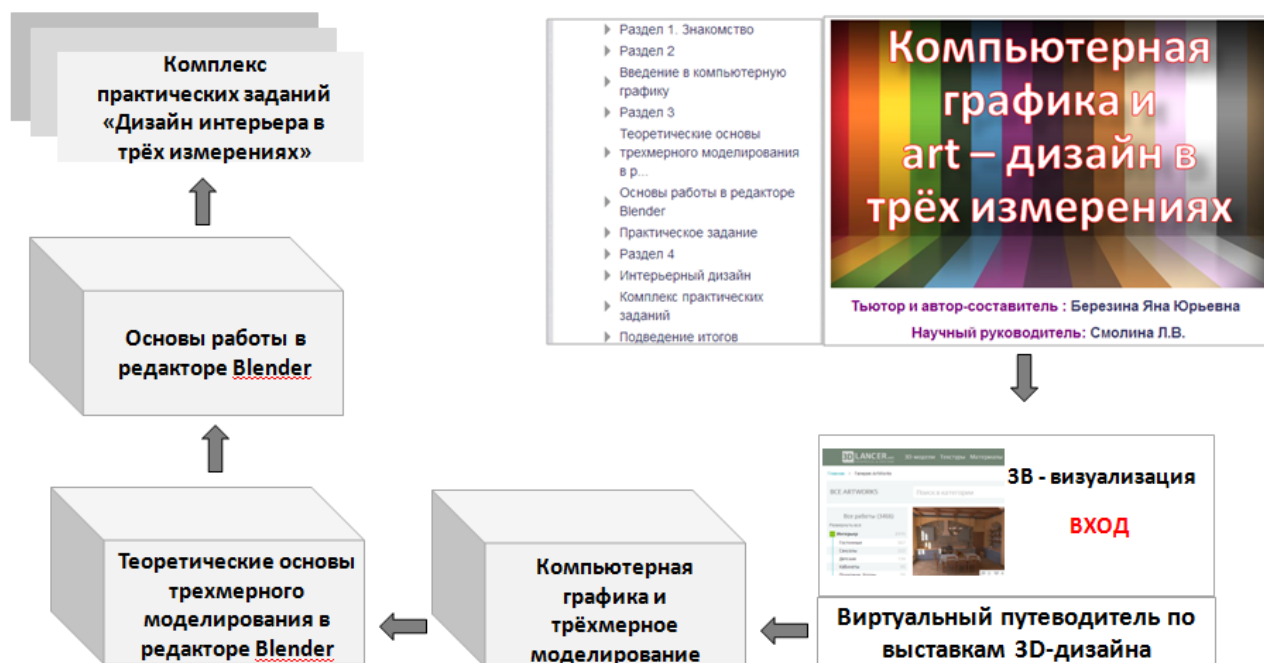


Рис.1. Структура дистанционного курса «Компьютерная графика и art-дизайн в трёх измерениях».

Разделы курса посвящены знакомству учащихся с компьютерным трёхмерным моделированием как перспективной областью для создания виртуальных макетов интерьерных проектов комнат в различных стилевых направлениях дизайна. Предметом диагностики и контроля считаются внешние образовательные продукты учеников (созданные трёхмерные модели). Курс охватывает интеллектуально-творческие ресурсы электронного пространства сети Интернет, которые являются компонентами формирования виртуальных экскурсий по выставкам трёхмерной графики и интерьерного дизайна, для привлечения интереса и включения учащегося в активную познавательную деятельность в первом разделе представлен «Путеводитель по виртуальному миру интерьерного дизайна и трёхмерной графики»: online - выставки интерьерного дизайна и галереи трёхмерной графики, виртуальные мастерские по созданию 3D-объектов для компьютерных игр и кино. Теоретический раздел «Трёхмерный мир в графическом 3D - редакторе Blender» (Рис.2.), направлен на изучение основ создания изображений трёхмерной графики в 3D-редакторе Blender и включает в себя темы: «Моделирование трехмерной графики»; «Графический 3D редактор Blender. Интерфейс и функциональные возможности»; «Действия над Mesh – объектами: куб, сфера, цилиндр, конус,

плоскость»; «Добавление текстуры и цвета». В данном разделе предполагается изучение ведущих аспектов моделирования трехмерных изображений, знакомство с интерфейсом и основными функциональными блоками 3D редактора Blender: организация окна по умолчанию, изучение объектов сцены: куб, камера, свет, рендеринг файлов (формирование изображения по созданной сцене), навигация в окне просмотра с помощью клавиатуры, открытие и сохранение файлов. В теме «Действия над Mesh – объектами: куб, сфера, цилиндр, конус, плоскость» освещаются способы редактирования 3D-объекта: выделения, изменения позиции, размера и угла поворота, добавления объектов, работы в объектном режиме и режиме редактирования, объединения объектов, добавления цвета и текстуры, сглаживание объектов. После знакомства с функциональным набором 3D-редактора, учащиеся выполняют самостоятельные задания по закреплению полученных знаний. Задания выполняются в текстовом редакторе, после чего файлы загружаются в соответствующие ресурсы и отправляются на проверку.

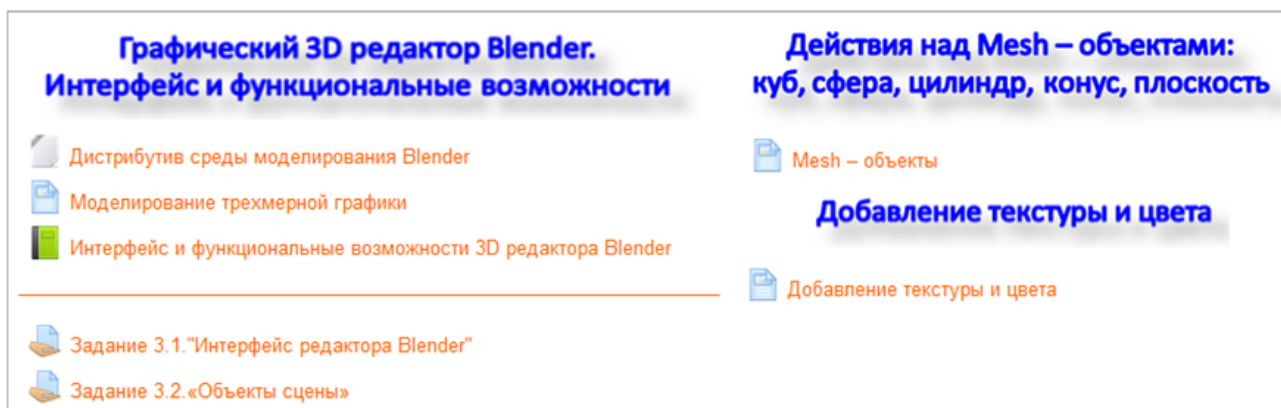


Рис. 2. – Третий раздел «Трёхмерный мир в графическом 3D - редакторе Blender».

Применение полученных знаний на практике осуществляется по средствам выполнения комплекса практических заданий: «Офисный мир в стиле минимализм» - учащиеся осваивают трехмерное пространство редактора Blender и работают с готовыми 3D – объектами, используя функции добавления и расположение объектов в сцене, масштабирования и перемещения, добавления элементов освещения; «Интерьер в красках. Стиль модерн» - задание по преобразованию 3D-моделей предметов интерьера по представленному образцу с использованием инструментов редактора Blender:

«добавление цвета», «добавление текстуры»; «Искусство интерьера в стиле хай-тек» - учащиеся создают интерьер комнаты по картинке-образцу используя Mesh – объекты: куб, плоскость, конус и сфера; индивидуальное задание «Дизайн со смыслом», в котором учащемуся предстоит самостоятельно создать интерьер в любом стилевом направлении. Итоговым этапом в прохождении курса является создание учащимися презентации под названием «Виртуальная выставка интерьерного дизайна» в программе PowerPoint, включающей в себя результаты выполнения всех практико-ориентированных заданий.

Значимость курса «Компьютерная графика и art-дизайн в трёх измерениях» определяется практическим характером получаемых умений, а также актуальностью изучения трёхмерной графики и основ информационного моделирования компьютерных проектов интерьерного дизайна как перспективного направления IT-индустрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гороховцева, Л. А. Формирование умений информационного моделирования у студентов/Л.А. Гороховцева, Л.Б. Соколова// «Воспитание в XXI веке: новые подходы, преемственность традиций, перспективы»: матер.межд. научно-практической конф., Том. Часть 2,– Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2004. – С.47-59.
2. Кронистер Дж. Основы Blender: учебное пособие / Дж. Кронистер., пер. Ю. Корбут, Ю. Азовцев, –Blender - сообщество, 2010. –153 с.
3. Лапчик М.П. Методика обучения информатики: учебное пособие для пед. Вузов / М.П. Лапчик, М.И. Рагулина, И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер– Изд-во: Лань, 2016.– 392 с.
4. Прахов, А.А. Самоучитель Blender 2.7 // А.А. Прахов – БХВ-Петербург, 2016.–400 с.
5. Раскина И.И. Решение прикладных задач средствами компьютерного моделирования: учебно-методическое пособие/И.И.Раскина, Н.А. Курганова. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2011.–176 с.
6. Смирнов, С. В. Онтологический анализ в системах компьютерного моделирования: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.01. – Самара, 2002. – 348 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА

Аннотация. В данной статье рассматривается применение методов ситуационного управления к разработке электронного учебника, а именно к реализации в нем адаптивного тестирования.

Ключевые слова: электронный учебник, ситуационное управление, адаптивное тестирование.

Формат электронного учебника дает возможность организации контроля знаний обучающегося с использованием возможностей вычислительной техники, что означает возможность разработки сложных алгоритмов тестирования без необходимости впоследствии вручную по ним определять результаты.

В разработанной модели представлено применение методов ситуационного управления к реализации адаптивного тестирования, которое является частью электронного учебника. Тестирование в разработанной модели является адаптивным, тогда как определение последовательности вопросов в ходе тестирования и обработка результатов осуществляются с применением методов ситуационного управления.

Перед началом тестирования ставятся четыре гипотезы: «испытуемый знает материал на высоком уровне», «испытуемый знает материал на среднем уровне», «испытуемый знает материал на низком уровне» и «испытуемый не знает материал».

По 100-бальной шкале высокий уровень знаний будет принят за оценку в диапазоне 90-100, средний уровень знаний – за оценку в диапазоне 75-89,

низкий уровень – за оценку в диапазоне 50-74, незнание материала – за оценку в диапазоне 0-49.

Тестовые вопросы в разрабатываемом электронном учебнике будут разбиты на три группы: вопросы высокой сложности, вопросы средней сложности и вопросы низкой сложности.

В данной модели будет реализовано варьирующе-ветвящейся стратегия адаптивного тестирования, согласно которой происходит отбор заданий непосредственно из банка по определенным алгоритмам, которые прогнозируют оптимальную сложность последующего задания по результатам выполнения испытуемым предыдущего задания адаптивного теста [1].

В начале тестирования все гипотезы принимаются как равновероятные. В сумме вероятность всех гипотез равна 1. Ответы на вопросы вносят изменения в вероятности. Верный ответ на вопрос определенного уровня повышает вероятность соответствующей гипотезы за счет равномерного понижения вероятностей остальных. Неверный ответ на вопрос низкого уровня повышает вероятность гипотезы о незнании испытуемым материала. Неверные ответы на вопросы среднего и высокого уровней не влияют на вероятности гипотез. Тестирование начинается с вопроса среднего уровня.

Пример модели тестирования представлен на рисунке 1.

Если значение вероятности какой-либо из гипотез достигает заданного порога, тестирование завершается. Если вопросов задано определенное (достаточно большое) количество, но пороговое значение ни для одной из гипотез так и не достигнуто, то тестирование завершается принятием гипотезы с наибольшим значение вероятности для избежание случая, когда тестирование длится бесконечно долго. Если при этом несколько гипотез имеют равные значения вероятностей, принимается соответствующая наиболее низкой из оценок знаний испытуемого.

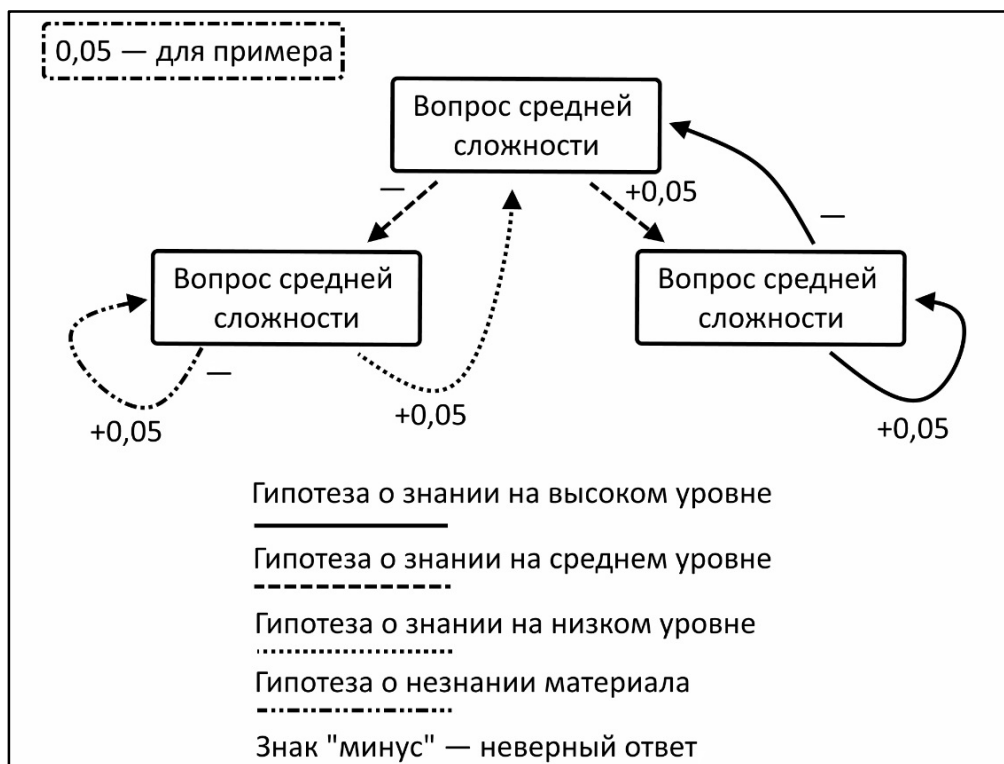


Рис. 1. Пример модели тестирования.

Рассмотренная выше модель уже содержит в себе методы ситуационного управления.

Текущая ситуация управления на объекте (обозначается Q_i , где i – отличительный номер ситуации) – совокупность всех сведений о структуре объекта управления в данный момент и знаний о технологии управления [2]. В данном случае это текущие значения вероятностей гипотез, а также счетчик заданных вопросов.

Полная ситуация управления (обозначается S_i , где i – отличительный номер ситуации) – совокупность, состоящая из текущей ситуации, знаний о состоянии системы управления в данный момент и знаний о технологии управления [2]. В данном случае это вся разрабатываемая модель адаптивного тестирования.

Способы воздействия на объект управления обозначаются U_k , где k – отличительный номер воздействия [2]. В случае разрабатываемой модели это задаваемые вопросы, разделяемые по уровням сложности – т.е. способов

воздействия на объект управления всего три, так как уровней сложности вопросов три.

Элементарный акт управления имеет следующий вид:

$$S_i; Q_i \xrightarrow{U_k} Q_{i+1}.$$

Если сложилась ситуация Q_i , и определенная в S_i схема управления допускает использование способов воздействия на объект U_k , тогда они применяются, и получается новая ситуация Q_{i+1} . Такие правила преобразования далее будут называться корреляционными правилами. Совокупность корреляционных правил задает возможности системы управления воздействовать на протекающие в объекте процессы.

На рисунке 2 показана схема решения задачи управления.

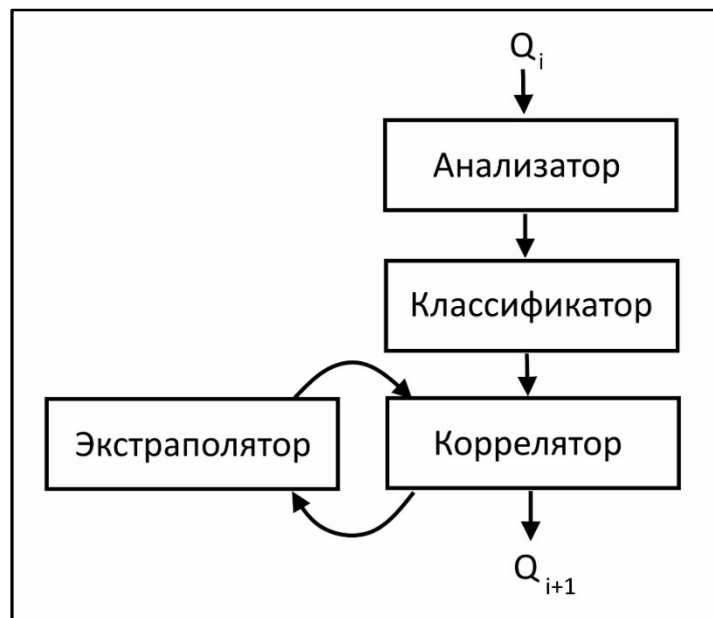


Рис. 2. Схема решения задачи управления.

Текущая ситуация Q_i поступает в анализатор. В нем выделяется ответ на последний заданный вопрос (если это не первый вопрос, в случае чего анализатор пропускается). Ответ поступает в классификатор для проверки его правильности, используя хранящуюся в классификаторе базу правильных ответов.

После определения правильности ответа, данные передаются в коррелятор. Коррелятор содержит все корреляционные правила. Он определяет, какое корреляционное правило следует использовать. Для определения того,

какое именно корреляционное правило следует использовать, данные передаются в экстраполятор, который анализирует текущие значения вероятностей гипотез и количество заданных вопросов, после чего коррелятор выдает решение.

Варианты решений, выдаваемые коррелятором, можно разделить на две категории: завершение тестирования и выдача нового вопроса. Завершение тестирования может быть либо в результате достижения значения вероятности одной из гипотез определенного порога, либо в результате достижения лимита на число задаваемых вопросов. Выдача нового вопроса осуществляется, если завершение тестирования не является возможным в текущей ситуации. В таком случае проводится воздействие на объект управления путем выдачи нового вопроса одного из трех уровней сложности.

Разработанная модель позволяет с применением методов ситуационного управления организовать адаптивное тестирование в электронном учебнике. Смысл использования именно адаптивного тестирования заключается в оптимизации тестирования. С одной стороны, в случае явной выраженности определенного уровня знаний испытуемого требуется задать меньше вопросов. С другой стороны, ограничивается либо исключается выдача вопросов, несоответствующих уровню выражено слабых или сильных испытуемых.

Разработанная модель может быть использована при разработке электронных учебников по любым дисциплинам, в которых возможно разбиение вопросов по уровням сложности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компьютерное тестирование в образовании. [Электронный ресурс]: URL: http://koi.tspu.ru/koi_books/samolyuk/lek11.htm (дата обращения: 10.04.2017).
2. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СКОРОСТИ ВЕТРА В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ

Аннотация. Проведён анализ пространственно-временной динамики скорости ветра в пограничном слое атмосферы по результатам измерений доплеровским мини-сонаром. Данные обработаны и проанализированы с использованием классических методов и робастных непараметрических методов на основе взвешенного метода максимального правдоподобия. Показана что адаптивные оценки по эффективности (СКО) значительно превосходят классические параметрические оценки на основе МНК.

Ключевые слова: акустическое зондирование, оценки взвешенного метода максимального правдоподобия, робастные непараметрические оценки, структурная функция, автокорреляционная функция.

Информация о пространственно-временной динамике скорости ветра, его среднего значения, дисперсии, структурных функциях в атмосферном пограничном слое атмосферы (АПС) имеет как фундаментальное, так и прикладное значение. Она необходима при изучении динамики атмосферных процессов, прогноза состояния воздушного бассейна, оценки переноса загрязняющих примесей, построении моделей АПС, составлении метеорологических прогнозов погоды, обеспечения безопасности взлета и посадки самолетов в аэропортах и запуске объектов на орбиту. Доплеровские акустические локаторы (сонары) позволяют получать три компонента скорости ветра с высоким пространственным (до нескольких метров) и временным (от 1 до 30 мин) разрешением и анализировать их пространственно-временную динамику [1, 2]. Мини-сонары дают возможность исследовать тонкую структуру АПС [3]. Однако обработка реальных результатов мини-сонарных измерений скорости ветра в АПС [3] выявила ряд сложностей, связанных с

проблемой “Big Data”. Наличие разнообразных выбросов, трудность подбора параметрических моделей (непараметричность задачи), большой объём результатов измерений делают невозможной “ручную подгонку” под известные параметрические модели и требуют применения робастных непараметрических методов статистики [4- 5]. В физических исследованиях “параметр” выбирается из физических соображений, имеет вполне конкретный физический смысл и математически является функционалом от распределений случайных величин, участвующих в постановке задачи. В случае появления выбросов эффективность классических оценок числовых характеристик резко снижается. Имеются значительные трудности при построении робастных оценок функционалов. В данной работе рассмотрено применение робастных методов статистики для обработки результатов содарных измерений высотных профилей трех компонентов скорости ветра в слое 5–200 м. Проведены анализ и сравнение стандартных методов [8-10] и робастных непараметрических методов на основе взвешенного метода максимального правдоподобия (ВММП) [5-7].

Широкий класс оценок параметров функционалов относится к классу U – статистик [4, 7]. При построении робастных оценок θ таких параметров применяется метод усечения выборки – усеченные U -статистики. Далее рассматривается метод получения оценок ВММП для таких параметров.

Пусть $y_1, \dots, y_M$ - выборка н.о.р. с функцией распределения $G(y)$ и

$$\theta = \int \varphi(\vec{t}) dH(\vec{t}) < \infty, \quad (1)$$

где $\vec{t} = (t_1, \dots, t_m)^T$, $H(\vec{t}) = G(t_1) \cdots G(t_m)$.

Обозначим через $f(x)$ и $F(x)$ - плотность и функцию распределения случайной величины $X = \varphi(Y_1, \dots, Y_m)$, тогда

$$\theta = \int z dF(z). \quad (2)$$

Выборка $y_1, \dots, y_M$ может быть преобразована в выборку $x_1, \dots, x_N$, где $x_j = \varphi(y_{i_1}, \dots, y_{i_m})$, N – мощность множества $\{i_1 < i_2 < \dots < i_m\}$. Таким образом, задача оценивания параметра θ сводится к задаче оценивания параметра сдвига распределения $F(x - \theta)$. В параметрической статистике данный прием используется для синтеза несмещенных оценок параметров, как функций от достаточных статистик, и в вычислительном отношении достаточно удобен. Основная сложность в переходе от распределения $G(y)$ к распределению $F(x)$. Можно считать, что выборка $x_1, \dots, x_N$ берется из нормального распределения с неизвестным параметром сдвига, так как в общем случае представляется возможным доказать, что U–статистики имеют асимптотически нормальное распределение. Для получения оценки θ воспользуемся алгоритмами ВММП [4] для нахождения адаптивных оценок параметра сдвига с локальной адаптацией на основе бутстрепа. Робастные непараметрические оценки параметров положения μ_n и масштаба вычислялись на основе ВММП [4-6], из системы уравнений вида:

$$\sum_{i=1}^M (y_i - \theta_M) \exp \left[-\frac{l}{2S_M} (y_i - \theta_M)^2 \right], \quad (3)$$

$$\text{где } \theta_M[k] = \sum_{i=1}^M y_i \cdot W(\theta_M[k-1], y_i), \quad k = 1, 2, 3, \dots, \quad (4)$$

$$S_M[k] = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (l+1)(y_i - \theta_M[k-1])^2 \cdot W(\theta_M[k-1], y_i), \quad (5)$$

$$\text{и } W(\theta_M[k], y_i) = \frac{\exp \left[\frac{l}{2S_M[k]} (y_i - \theta_M[k])^2 \right]}{\sum_{i=1}^M y_i \exp \left[\frac{l}{2S_M[k]} (y_i - \theta_M[k])^2 \right]}, \quad (6)$$

В работе исследуется пространственно-временная динамика трех компонентов скорости ветра в АПС по результатам измерений доплеровским

мини-содаром AV4000 на 50-элементной фазированной антенной решетке [8–10]. Рабочая частота мини-содара составляла 4900 Гц, длительность импульса излучения 60 мс, излучение последовательно посылалось в трех направлениях – вертикально и под углами $\alpha = 18^\circ$ к вертикали в двух взаимно ортогональных плоскостях. Период повторения импульсов составлял 4 сек. Анализировались данные измерений в 40 высотных строках z_j с разрешением $\Delta z = 5$ м в диапазоне высот 5–200 м. Обрабатывались серии из $N = 150$ профилей, что обеспечивало усреднение за 10-минутный период измерения. Измерения проводились в течение 6 суток в осенний период с 12 по 17 сентября. Результаты обработки данных мини-содара для трех компонентов скорости ветра на основе МНК представлены в [9–10].

На рисунке 1 для компонент скорости ветра на различных высотах приведены графики оценки плотности вероятностей Розенблатта-Парзена вида:

$$f(v^z, h_N) = \frac{1}{Nh_N} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{v^z - v_i^z}{h_N}\right), \quad (7)$$

где $K(u)$ – ядерная функция и h_N – ширина окна [5].

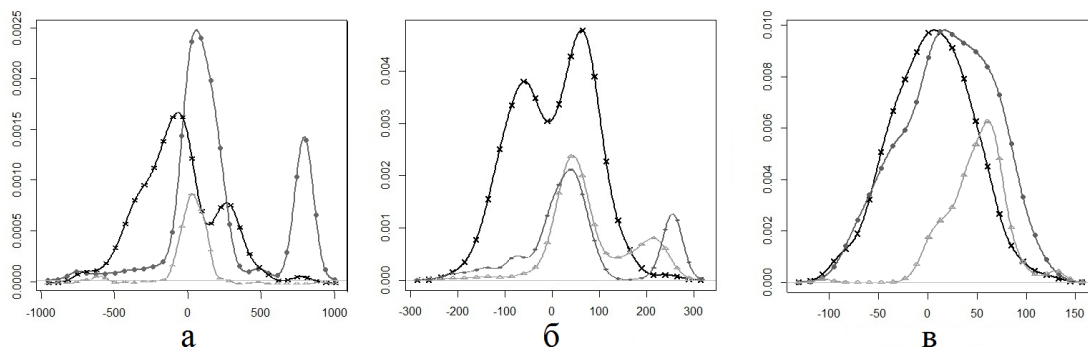


Рис. 1. Графики плотностей распределения x-(а), y-(б) и z-компонентов (в) скорости ветра.

Анализ графиков позволяет сделать следующие выводы: наличие выбросов скорее правило, нежели исключение; наблюдается как правая, так и левая асимметричность распределений; нормальных распределений

практически не наблюдалось. Из анализа распределений следует, что задача относится к классу непараметрических задач робастной статистики - вид распределения неизвестен и имеются отклонения от распределения как в виде выбросов, так и наличии асимметрии.

Значительный интерес представляют оценки структурные функции вида:

$$\theta(\tau) = \frac{1}{(M-1)} \sum_{i=2}^M (x_i - x_{i-1})^2, \quad (8)$$

$$M = N - 1$$

Для построения робастной непараметрической оценки структурной функции исходная выборка $x_1, \dots, x_N$ была преобразована в виде $y_m = (x_i - x_{i-1})^2$ и использовались алгоритмы (3)-(6). Сравнение по высотам приведено на рисунках 4 и 5.

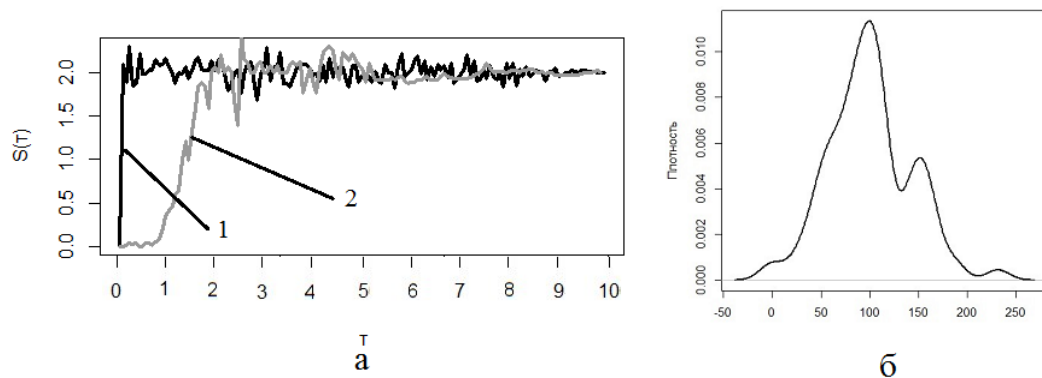


Рис.2. Сравнение параметрической (кривая 1) и робастной непараметрической (кривая 2) структурных функций (а) и оценка плотности вероятностей Розенблатта-Парзена для данной выборки (б)

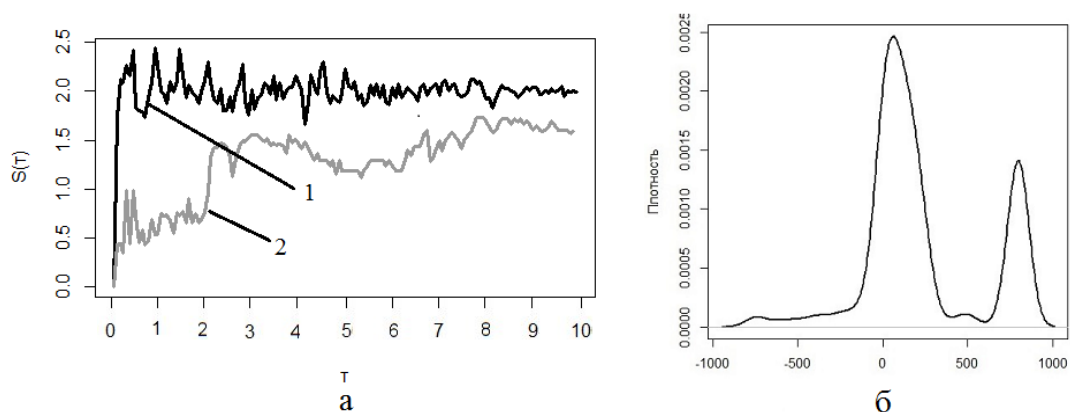


Рис.3. Сравнение параметрической (кривая 1) и робастной непараметрической оценок (кривая 2) структурных функций (а) и оценка плотности вероятностей Розенблатта-Парзена для данной выборки (б)

При наличии выбросов наблюдается заметное различие. Робастный непараметрический метод даёт большую однородность и устойчивость. Без выбросов характер функций примерно одинаков.

Аналогично проведено сравнение автокорреляционных функций (АКФ) вида:

$$\theta(\tau) = \frac{1}{(M - \tau)S_M^2} \sum_{i=2}^M (x_i - \bar{x})(x_{i+\tau} - \bar{x}), \quad (9)$$

$$M = N - 1, S_M^2 = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (x_i - \bar{x})^2.$$

и АКФ на основе ВММП, для построения которых были вычислялись робастные оценки $\bar{x}$ и S_M^2) и

проводилось преобразование

$$y_i(\tau) = (x_i - \bar{x})(x_{i+\tau} - \bar{x}), M = N - \tau, \quad \tau = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$$

Сравнение приведено на рисунках 4-5.

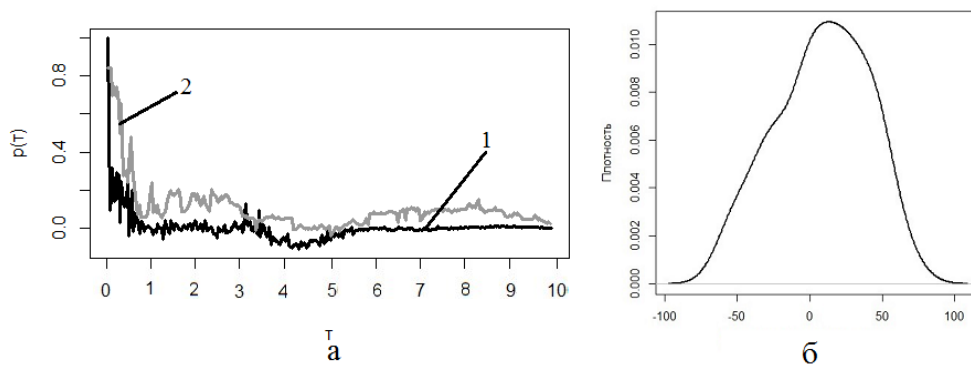


Рис.4. Сравнение параметрической (кривая 1) и робастной непараметрической (кривая 2) АКФ (а) и оценка плотности вероятностей Розенблатта-Парзена для данной выборки (б)

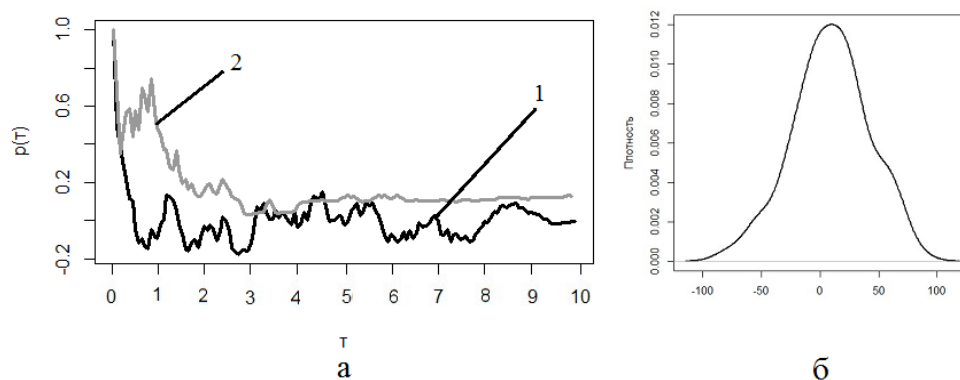


Рис.5. Сравнение параметрической (кривая 1) и робастной непараметрической (кривая 2) АКФ (а) и оценка плотности вероятностей Розенблатта-Парзена для данной выборки (б)

Без наличия выбросов робастная непараметрическая автокорреляционная функция совпадает с параметрической, однако даёт меньшие колебания и не даёт отрицательной корреляции.

Выводы.

1) Классические методы обработки по сравнению с робастными непараметрическими методами могут обладать низкой эффективностью и приводить к значительным ошибкам;

2) Робастные непараметрические оценки показывают устойчивость к выбросам. Как показали исследования, причиной этому служат смещения классических оценок;

3) Рассмотрены методы нахождения адаптивных робастных непараметрических оценок функционалов скорости ветра, которые позволяет настраивать оценку в зависимости от исходного распределения и выбросов;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бызова Н.Л., Иванов В.И., Гаргер Е.К. Турбулентность в пограничном слое атмосферы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1989. 263 с.
2. Астапенко П.Д., Баранов А.М., Шварев И.М. Авиационная метеорология. Москва: Транспорт, 1985. 262 с.
3. Красненко Н. П. Акустическое зондирование атмосферного пограничного слоя. – Томск: Водолей, 2001. – 279 с.
4. Симахин В. А. Робастные непараметрические оценки. – Germany: LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 292 с.
5. Simakhin V.A., Cherepanov O.S. // International Journal of Innovative Computing Information and Control (IJICIC). – 2014. – 6 p.
6. Симахин В.А., Черепанов О.С. // Материалы XX Международного симпозиума “Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы” [Электронный ресурс]. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2014. – С. 277–281.
7. Шуленин В. П. Робастные методы математической статистики: Томск, НТЛ, 2016, 260 с.
8. Красненко Н.П., Тарасенков М.В., Шаманаева Л.Г. // Изв. вузов. Физика. – 2014. – Т. 57. – № 11. – С. 77–83.
9. Kapagesheva O.F., Krasnenko N.P., Shamanaeva L.G. // Proc. SPIE. – V. 9292, 20th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 92924N (November 25, 2014); doi: 10.1117/12.2075651 (6 pp.).
10. Капегешева О.Ф., Красненко Н.П., Шаманаева Л.Г. // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XX Международного симпозиума [Электронный ресурс]. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2014. CD-ROM. С. D118 – D121. ISBN 978-5-94458-145-7.

КОМАНДНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Аннотация. В статье представлено описание веб-приложения для командного проектирования пользовательских интерфейсов.

Ключевые слова: команда, проектирование, веб-сервис, веб-приложение, интерфейс, пользователь.

Введение

Основная цель разработки веб-приложения – сокращения времени на командное проектирование простых интерфейсов.

Есть множество аналогов таких как Google Forms, различные визуальные редакторы, Microsoft Visio, BPMN, Justinmind и другие, которые могут помочь в проектировании простых форм, но есть несколько особенностей разрабатываемого веб-приложения, которое оно в себе сочетает:

- Веб-приложения позволяет в режиме реального времени вносить одновременно нескольким пользователям изменения.
- Создавать XAML-подобные формы.
- Сохранять XAML-подобные формы для дальнейшей работы в Visual Studio.

Для выполнение поставленной цели были выделены следующие задачи:

- Хранение необходимых данных о командах пользователей и их результатах работы.
- Динамическое изменение содержимого рабочего поля, на котором пользователи вносят изменения, а также в итоге все изменения.
- Система пользователей, которая позволит объединяться в команды с собственными правилами для работы над общими проектами.
- Возможность сохранения созданных форм в XAML-форм для возможности дальнейшей работы при реализации продукта.

Проблематика

Основная проблема при командном проектировании простых интерфейсов - это затрата времени. Данная проблема вызывается из-за невозможности согласовать время и место для совместного процесса проектирования, а также отсутствию соответствующих ресурсов для ускорения процесса проектирования. Для решения основной проблемы было выбрана разработка веб-приложения.

Реализация

Техническая часть веб-приложения состоит из следующих основных компонентов общей системы, которые соответствуют задачам создания веб-приложения:

- Веб-сервис по хранению и изменению данных.
- Веб-сервис по отрисовке и сохранению изменений форм.
- Система пользователей.
- Конструктор XAML-форм.

Для реализации всей технической части будут применены следующие технологии:

- Ruby on Rails - это фреймворк, написанный на языке программирования Ruby, реализует архитектурный шаблон Model-View-Controller для веб-приложений, а также обеспечивает их интеграцию с веб-сервером и сервером баз данных.
- RethinkDB - это open source база данных для real-time приложений. Она располагает встроенной системой уведомления об изменениях, которая непрерывно транслирует обновления для вашего приложения. Вместо постоянного запрашивания новых данных, позволяет базе данных самой отправлять вам последние изменения.
- AngularJS – JavaScript-фреймворк с открытым исходным кодом. Необходим для разработки одностраничного веб-приложения. Расширяет

возможности управления веб-приложением на основе MVC-шаблона, а также упрощение тестирования и разработки.

- jQuery — библиотека JavaScript, фокусирующаяся на взаимодействии JavaScript и HTML.
- jQuery UI — это библиотека на основе jQuery, реализующая большое множество плагинов, среди которых плагины организующие различное поведение, несколько видов виджетов и анимационные эффекты.

Описывая архитектуру веб-приложения стоит упоминать самые основные её части, которые представляют собой:

- App – папка, которая содержит множество файлов для работы веб-приложения:
 - Assets – папка, в которой хранятся изображения, файлы стиля (css) и файлы javascript.
 - Controllers – контролеры страниц. В них определяются основные образы объектов и определяются все необходимые методы.
 - Models – модели данных из БД. Хранят структуру, которая используется для управления различными данными БД.
 - Views – страницы веб-приложения.
- Config – папка с набором файлов, которые отвечают за настройку веб-приложения, включая подключения различных элементов типа js, css, scss и другие.
- Gemfile – текстовый файл, в котором хранится набор подключаемых gems, специальных библиотек для Ruby on Rails.

Веб-сервис по хранению и изменению данных представляет собой набор алгоритмов для работы с ДСУБД (документо-ориентированная система управления базами данных) RethinkDB, в которой хранятся иерархические документы, в которых содержится вся необходимая информация для обеспечения возможности хранения таких данных как проекты, формы

проектов с их содержимым в виде различных элементов и наборов их свойств, пользователей системы, группы пользователей и роли пользователей, а также хранится информация о самих элементах (см. Рисунок 1). Доступ и выгрузка данных осуществляется с помощью фреймворка Ruby on Rails.

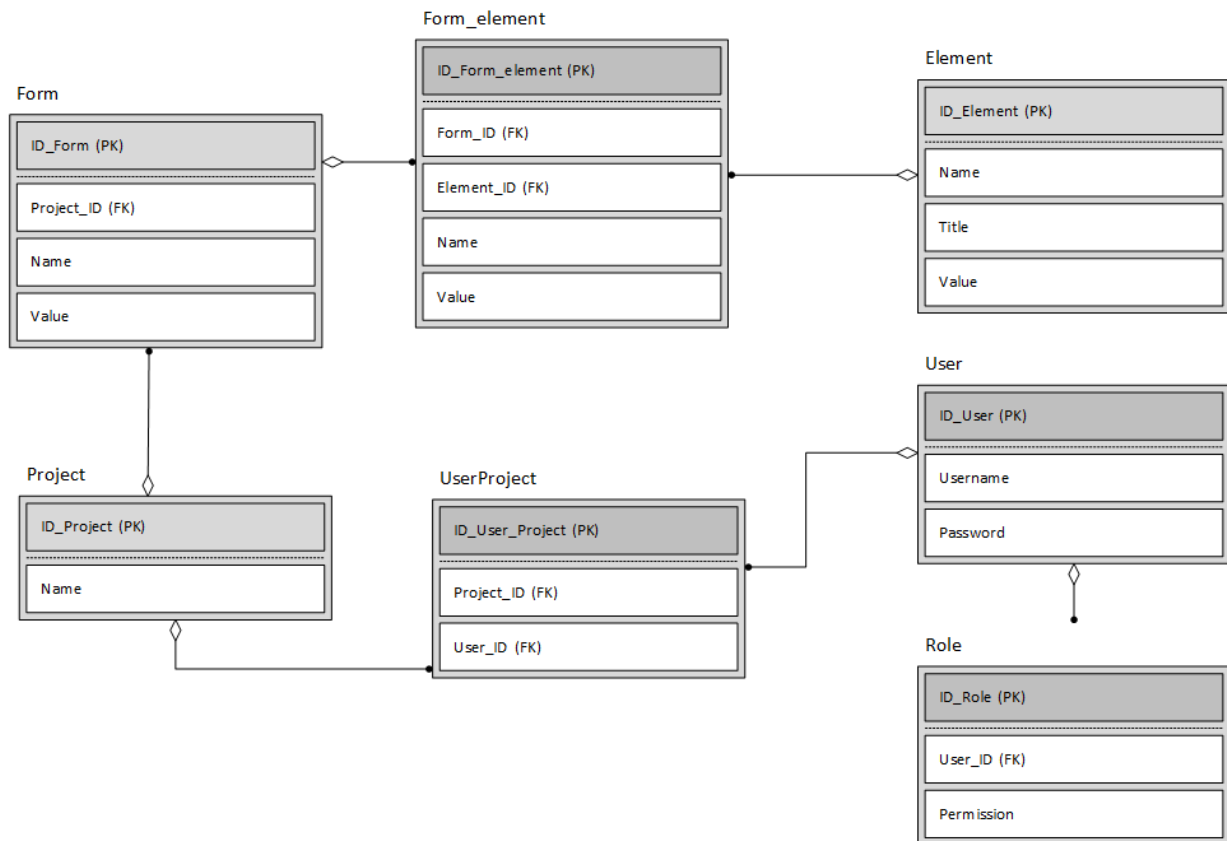


Рис. 1. Схема базы данных.

Веб-сервис по отрисовке и сохранению изменений форм содержит обработчик этих наборов документов, который в режиме реального времени с секундными интервалами отрисовывает содержимое рабочего поля, на котором некоторый пользователь работает с формой. Таким образом, пользователь всегда видит внесенные изменения другими пользователями. Данный сервис основан на связке RethinkDB и AngularJS, которая позволяет совершать постоянное обращение к базе данных, чтобы затем отрисовывать содержимое рабочего поля, а также библиотеки JQuery и JQuery для добавления различных изменений. А также технологии REST, чтобы дать одновременный доступ к отрисованному содержимому рабочего поля.

Система пользователей представляет собой набор функций, которые обращаясь к данным, хранящимся в базе данных позволяют осуществлять определенные действия (см. Рисунок 2).

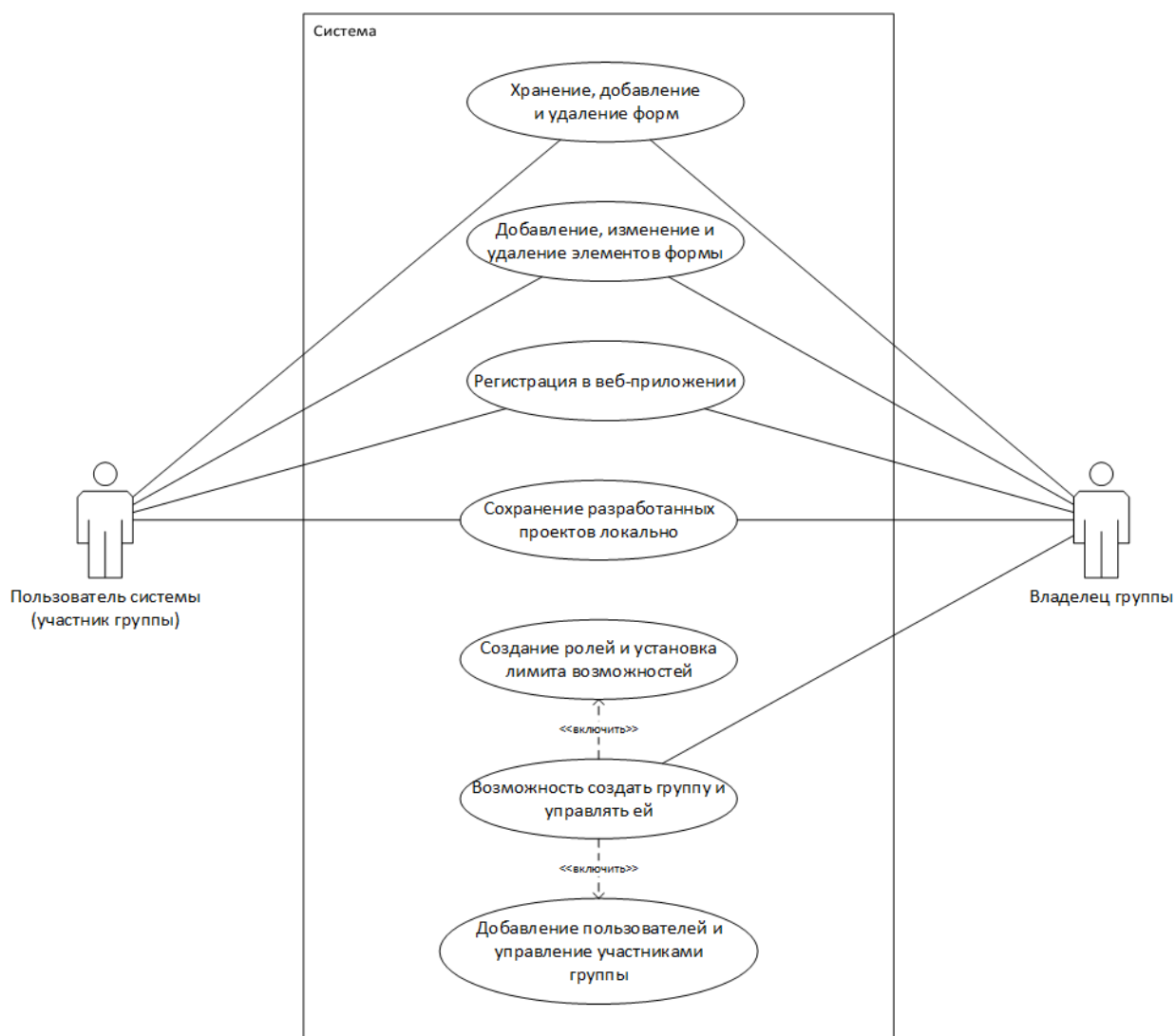


Рис. 2. Диаграмма прецедентов.

Конструктор XAML-форм позволяет обработать формы проекта и выгрузить их в формате, обрабатываемым Visual Studio для дальнейшей работы.

Таким образом, все эти компоненты образуют техническую или Back-end часть веб-приложения, предназначенную для обеспечения основных операций обработки командной разработки простых интерфейсов. Также был разработан Front-end часть для взаимодействия с веб-приложением.

Описание веб-приложения

Веб-приложение для командной разработки простых интерфейсов представляет собой веб-редактор с меню, где расположены основные возможности работы с веб-приложением, изображение пользователя с возможностью посмотреть свои данные и изменить их, удалить учетную запись и выйти из системы, рабочим полем, вкладка набора элементов (текстовое поле, подпись и другие) и вкладка свойства выбранного объекта, расположенные справа от рабочего поля и подвал веб-редактора, где содержится информация об изменениях формы, а также можно посмотреть комментарии, оставленные пользователями.

Перед тем как начать работу в веб-приложении пользователю предлагается войти под своей учетной записью или зарегистрироваться, если таковая отсутствует. При регистрации указывается обязательная информация для заполнения, такая как: имя, фамилия, e-mail, пароль и проверочное повторение пароля. Пароль должен быть как минимум из шести символов. Также реализована возможность восстановления пароля, при активации которой на электронную почту отправляется письмо с указанием нового пароля. После удачной регистрации или уже обладание учетной записью в системе, пользователь может получить доступ к веб-редактору.

При входе в систему пользователь для начала попадает в меню выбора группы, в которой уже состоит или предлагается создать новую, в особенности, если пользователь не состоит ни в одной.

В главном меню можно получить доступ к основным функциям, таким как: управление формами, управление пользователями группы, управление группами, просмотр информации о группе, просмотр информации о себе и выход из системы. Отображение и доступ к части этих функций определяется на основе определенных владельцем группы.

На рабочем поле будет отрисовываться формы, которые размещены каждая в своей вкладке, которыми можно манипулировать, включая удаление вкладки с содержимым. Справа находится вкладки элементов, которыми

можно расположить на форме, кликнув по ним или переместив на форму с помощью технологии Drag&Drop, а также вкладка свойства, где расположены свойства выделенного объекта.

Заключение

В заключение можно сказать, что данное веб-приложение, при использовании описанных технологий, позволит сократить время на командную разработку простых интерфейсов, при этом будет выделяться среди аналогов благодаря особенностям, вложенным в изначальную концепцию разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. JQuery Official Site [Электронный ресурс]: <http://jquery.com/>, Docs, Option Reference
2. JQuery UI Official Site [Электронный ресурс]: <http://jqueryui.com/>, Docs
3. AngularJS Official Site [Электронный ресурс]: <http://angularjs.org/>, Docs
4. Ruby On Rails Russian Official Site [Электронный ресурс]: <http://rubyonrails.ru/>, Docs
5. Making a Rails API with Grape [Электронный ресурс]: <http://www.thegreatcodeadventure.com/>

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ЗАДАЧ В ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ
ЗА 2012-2016 ГГ.**

Аннотация. В статье представлен анализ выполнения стереометрических задач, входивших в варианты Единого Государственного Экзамена по математике в период 2012-2016 гг. в Тюменской области. С его учетом даны рекомендации по устранению основных ошибок учащихся.

Ключевые слова. Математика, геометрия, стереометрия, Единый Государственный Экзамен, Тюменская область.

Согласно Концепции развития математического образования в Российской Федерации «математическое образование должно, с одной стороны, предоставлять каждому обучающемуся возможность достижения уровня математических знаний, необходимого для дальнейшей успешной жизни в обществе, с другой – обеспечивать необходимое стране число выпускников, математическая подготовка которых достаточна для продолжения образования в различных направлениях и для практической деятельности, включая преподавание математики, математические исследования, работу в сфере информационных технологий и др.» [1;6]

В течение последних 15 лет выпускники образовательных учреждений сдают Единый Государственный Экзамен (ЕГЭ), используя его как инструмент проверки уровня математических знаний. Для повышения качества сдачи целесообразно проведение детального анализа результатов выполнения задач, т.к. несмотря на ежегодные изменения структуры заданий, типология их остается неизменной. В настоящей статье приведен такой анализ на примере решений стереометрических задач участниками ЕГЭ профильного уровня в Тюменской области в 2012 – 2016 годах. Все данные для исследования были взяты из ежегодных отчетов о ЕГЭ по математике в данный период.

В течении пяти лет стереометрические задачи с кратким ответом в части В не меняли заявленную тематику, предусмотренную кодификатором: куб, прямоугольный параллелепипед, объем, площадь и элементы составных многогранников, призма, пирамида, комбинации тел, цилиндр, конус, шар. [2; 5-6]. Задача с кратким ответом оценивается одним баллом. В диаграмме 1 приведен сравнительный анализ решения задачи 8 в указанный период:

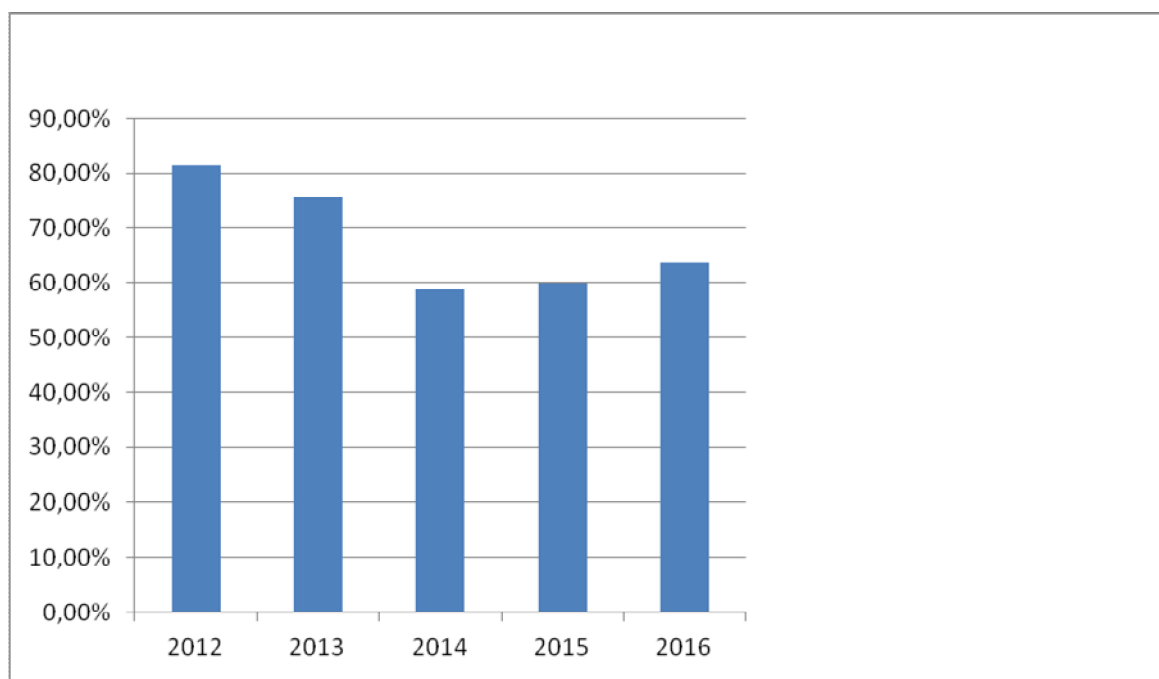


Диаграмма 1. Процент выполнения задач с открытым ответом за 2012-2016 гг.

Из диаграммы видно, что процент выполнения с 2012г. по 2014г. снижался, а с 2015г. по 2016 г. повышался. Это можно объяснить разделением экзамена на два уровня: базовый и профильный. Следствием разделения стало то, что учащиеся, имеющие уровень математического образования ниже среднего, в большинстве своем перестали сдавать профильный экзамен.

Стереометрическая задача повышенной сложности в данный период также не меняла заявленную тематику, предусмотренную кодификатором: прямые и плоскости в пространстве, многогранники, измерение геометрических величин, координаты и векторы, [2; 5-6]. Но с 2015 года произошли существенные изменения в модели задачи:

1. Задача стала содержать два пункта (а и б) с требованиями «доказать» и «найти».

2. Каждый из пунктов независимо друг от друга оценивается экспертами ЕГЭ одним баллом.

Несмотря на все изменения, связанные с данной задачей, процент её выполнения невысок (меньше 10%). В диаграмме 2 приведен сравнительный анализ решения стереометрической задачи в указанный период:

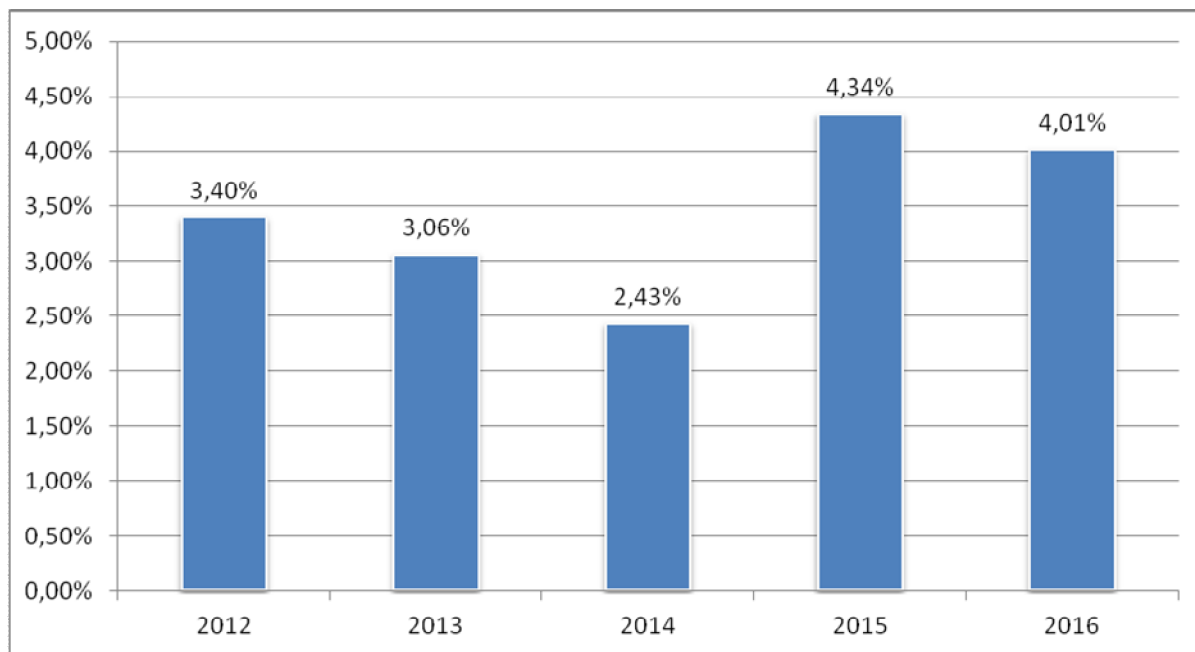


Диаграмма 2. Процент решения стереометрической задачи части С за 2012-2016 гг.

Из диаграммы видно, что в период с 2012 по 2014 года происходило снижение, а с 2015 по 2016 год замечен рост процента учащихся, справившихся с данной задачей. Возможно, это можно объяснить двумя факторами:

1. Разделение экзамена на базовый и профильный уровень.
2. Появление в модели задачи двух независимо оцениваемых друг от друга пунктов.

Первый фактор, как и с задачей из части В, даёт следствие «отсеивания» учащихся с уровнем знаний ниже среднего.

Благодаря разделению задачи на два независимо оцениваемых пункта учащимся стало легче получить хотя бы 1 балл за задачу. Т.к. зачастую

трудности возникают с пунктом «доказать», но, если принять его за данность, то пункт «найти» выполняется большим количеством учащихся.

Рассмотрим основные ошибки при решении стереометрических задач в течении последних трех лет.

В 2014 году стереометрические задачи на экзамене были посвящены нахождению элементов сечений многогранников. Чаще всего учащиеся ошибались в построении сечения, что влекло неправильное определение его вида и невозможность точного нахождения требуемых параметров.

Типовой ошибкой при решении пункта б) в 2015 году стало неправильное определение искомого угла между прямой и плоскостью (переход к планиметрии). Для того чтобы верно определить угол, необходимо выполнить ряд дополнительных построений, а также выстроить линию рассуждений. Но часто учащиеся определяют угол интуитивно, что сводит решение пункта б) к 0 баллов.

Наряду с этим во многих работах встречалась ошибка необоснованного подхода к определению требуемых элементов. Например, рассмотрим решение задачи нахождения расстояния от точки до плоскости.

(W16)

а) Нам нужно доказать, что
 Дано $ABCD$ - пир. $ABCD$ - прямоуг.
 $AB=12$; $BC=5\sqrt{3}$; $SA=5$; $SB=13$; $SD=10$
 Док-ть: SA - высота пир

Док-во: рассмотрим $\triangle SBA$: $AB=12$; $SB=13$; $SA=5$ (по усл.); воспользуемся теоремой Пифагора $c^2 = a^2 + b^2$ и проверим
 $13^2 = 5^2 + 12^2$
 $169 = 169$
 $\Rightarrow$ гипотенуза $\Rightarrow \angle SAO$ - прямой, $AB \in (ABCD) \Rightarrow$
 $SA \perp AB \Rightarrow \perp (ABCD) \Rightarrow SA$ высота пирамиды $ABCD$

б) AO - расстояние до (SBC)
 $S_{\triangle SAB} = \frac{5 \cdot 12}{2} = 30$
 $S_{\triangle SAB} = \frac{1}{2} \cdot 13 \cdot h$;
 $h = 4 \frac{8}{13}$
 Ответ: $4 \frac{8}{13}$;

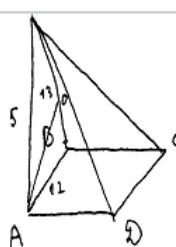


Рис. 1. Решение стереометрической задачи, 2015 год.

В приведенном решении не доказан пункт а. В пункте б в прямоугольном треугольнике найдена высота, проведенная к гипотенузе, но не обосновано, что это требуемое расстояние от точки A до плоскости SBC .

Самой распространенной ошибкой при решении стереометрической задачи в 2016 году была неверная трактовка, непонимание признака перпендикулярности прямой и плоскости. Учащиеся (упрощая себе задачу) считали достаточным доказать перпендикулярность рассматриваемой прямой только одной прямой плоскости для того, чтобы утверждать перпендикулярность этой прямой и плоскости. В то время как признак гласит «Если прямая перпендикулярна двум пересекающимся прямым, лежащим в плоскости, то она перпендикулярна этой плоскости».[3] В итоге доказательство в пункте а) было неверным и оценивалось в 0 баллов.

Приведем пример. На рисунке показано решение учащегося.

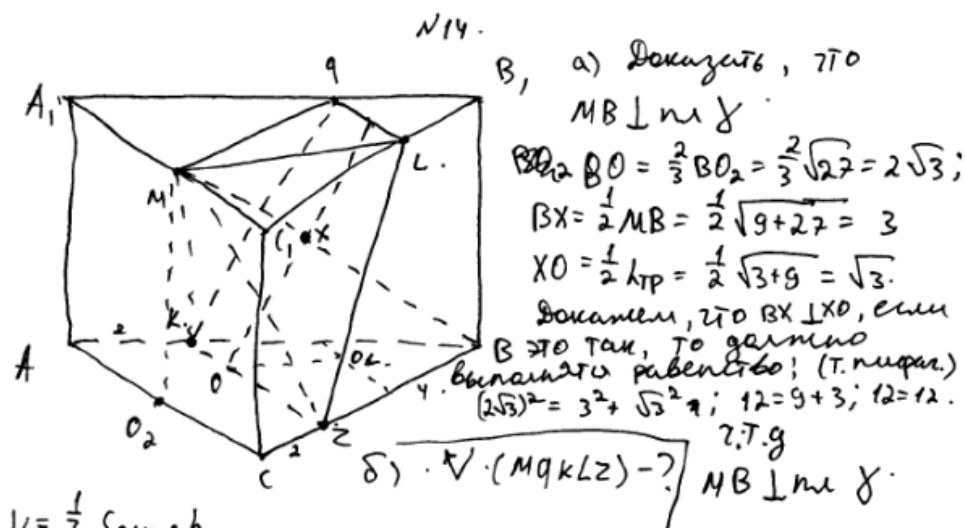


Рис.2. Решение стереометрической задачи, 2016 год.

В своем решении выпускник опирается на теорему Пифагора, чтобы показать прямой угол, но этим он доказывает перпендикулярность двух прямых, что недостаточно для выполнения условия ортогональности прямой и плоскости (рассматриваемых прямых должно быть три). Этот пример показывает, что учащиеся не должным образом владеют теоретическим материалом, допуская неточности в его использовании при решении практических задач.

В заключении заметим, что одним из определяющих факторов успешной сдачи Единого Государственного Экзамена по математике является целостное и качественное прохождение дисциплины. Поэтому необходимо проводить систематическое итоговое повторение, основной целью которого является выявление и ликвидация пробелов в знаниях учащихся, закрепление имеющихся умений и навыков в решении математических и прикладных задач, снижение вероятности арифметических ошибок.

Отдельное внимание при изучении геометрии необходимо обратить на регулярное выполнение упражнений, развивающих основные базовые математические компетенции учащихся: умение читать и верно понимать условие задачи, правильно и точно строить чертеж, грамотно оперировать необходимыми формулами при расчетах, без ошибок выполнять арифметические действия. Подготовку к ЕГЭ в течение последнего учебного года уместно использовать в качестве закрепления пройденного материала, педагогической диагностики и контроля. Она должна сопровождать, а не подменять полноценное преподавание курса математики средней школы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция развития математического образования в Российской Федерации: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 г, №2506-р.

2. Кодификатор элементов содержания по математике для составления контрольных измерительных материалов для проведения единого государственного экзамена: подготовлен Федеральным государственным бюджетным научным учреждением «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ» от 8 сентября 2016 г.

3. Атанасян Л.С. Геометрия, 10–11: Учеб. для общеобразоват. учреждений/ Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев и др. – М.: Просвещение, 2013. – 255 с.

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ И ВРЕМЕНИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММ ПРИ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ТРЕБОВАНИЯХ КАЧЕСТВА ОСНОВАННАЯ НА ГЕНЕТИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ

Аннотация. Основной проблемой современных методов оценки трудозатрат является сложность их адаптации к каждому конкретному проекту. В статье предложен принципиально новый, неклассический генетический подход к этой проблеме, главные принципы которого — обеспечение качественной и количественной оценки трудозатратности разработки программных проектов.

Ключевые слова: оценка трудоемкости, модель COCOMO, техника PERT, точки свойств, объектные точки, оценка по аналогии, принцип Паркинсона, генетический алгоритм оценки, оценка объема программного кода.

ESTIMATION OF THE DIFFICULTY AND TIME OF PROGRAM DEVELOPMENT FOR SPECIFIC QUALITY REQUIREMENTS BASED ON THE GENETIC APPROACH

Abstract. The main problem of modern methods of evaluation of labor is the difficulty of adapting them to each specific project. This paper proposes is a fundamentally new, non-classical genetic approach to the problem, the main principles of which is providing qualitative and quantitative assessment of labor-intensive software development projects.

Keywords: assessment of labor input, COCOMO model, the PERT technique, the object point, the assessment by analogy, the principle of Parkinson's, the genetic algorithm evaluation, assessment code volume.

The exact calculation of the resources necessary to implement this software product with the specified quality requirements is one of the main problems in the field of project management. However, with such a calculation, it becomes difficult to take into account a huge number of factors that affect the software life cycle. Find

out the hidden patterns and relationships between these parameters, as well as make an analytical calculation in the vast majority of cases is not possible. In any software project, you have to balance between the cost, time, quality and volume of the functionality being realized. As a result, to date, many companies face serious problems in the event of incorrect calculations of the required timing:

- while underestimating - unforeseen expenditure of additional funds, dissatisfied in customer defaults on time, "sleepless nights" of employees, the complexity of the "avalanche" of management about the poor quality of the final product, underdeveloped system functions, and so on.;
- the revaluation - a useless race course resources involved in the project, from the Kazakh customer from the contract with the data by the conditions (due to possible loss of jobs is), etc.

In today's market of large software systems, losses can amount to millions of dollars.

Accurate estimates of the costs of production of software are important to both the developers and the customer (the client). They can be used in contract negotiations, planning, monitoring, etc. Thus, there is a real need to develop methods and tools that allow the manager to assess the required time and human resources based on all available project characteristics: the history of previous similar projects, experience and Employee productivity, company specifics, etc. In addition, it is necessary to recalculate and refine the time and resources already at the development stage of the system, taking into account the current trends observed during the project implementation. This will help the manager to timely detect deviations from the established schedule and take appropriate measures in project management.

A brief overview of the main concepts and problems of the area under consideration

The immediate efforts of producers (their work) provide the bulk of the cost of software development, and as a rule, methods for estimating the necessary funds (as a consequence, and time) focus on this aspect and give estimates in person-months that can subsequently be converted into duration Project or cost.

In practice, there are often three problems that are of fundamental importance:

1. Which model Assessments choose?
2. Some metrics on the Use Call size (number of lines of code (LOC - Lines Of Code), «functional point» (FP - Function Points) or "Points properties » (feature points))?
3. What can be considered a good assessment?

Choosing an evaluation model

A widely used method of estimating labor costs is an expert evaluation. However, this approach is fraught with many problems:

- The grounds for obtaining an assessment are not explicit;
- difficult to find of highly qualified experts for each new about the project;
- connection between the size of the system and the labor dozatrata nonlinear. Efforts by WHO will melt exponentially with the increase in volume. Therefore, expert evaluation is obtained adequate only if the current and previous projects of approximately the same size;
- management policy aimed at reducing costs, as a rule, casts doubt about the real experience of the previous projects and makes the share of "blind optimism".

Over the past three decades, many different models of quantifying labor costs have been developed.

They range from models based on empirical data (for example, the model of "COCOMO" by Bohm [1]) to purely analytic ones. Empirical models use the data from previous projects to evaluate the current one (by analyzing patterns observed in previous projects). On the other hand, analytical models are based on global assumptions about the relationship of various parameters, such as the speed with which the developer fixes defects and their number at a certain point in time. Each model has its advantages and disadvantages, but the key factor in its consideration is, of course, accuracy.

Selecting the size metric

Most models (both empirical and analytical) are based on the use of various metrics of the size of the system being developed (LOC, FP, etc.). The accuracy of the evaluation of labor costs directly depends on the accuracy of the size estimate.

Regardless of the size metric chosen, it is not possible to accurately determine it in advance, so it is necessary to refine it (and accordingly perform a general reassessment of labor costs) already directly in the development process. The effect of this factor is noticeably reduced by using a sufficiently rigorous development methodology and detailed elaboration of the system requirements. Due to the special importance of this issue for solving the initial problem, it will be considered in more detail in the section "Comparison of Software Size Metrics".

Criteria for good evaluation

According to Royce [2], a good estimate of software production costs should be:

- understood and supported by the Smart rum project and development team;
- Approved by all stakeholders as feasible;
- based on a clear model with credible bases, as well as data on such a project (with similar business processes, technologies, environment, people and the requirements);
- as defined in detail what the key risk areas are clear, and The probability of success objectively evaluated.

Comparing Software Size Metrics

The size of software is the most important factor determining the complexity of software implementation. Next, the author will describe five software size metrics used in practice. The number of lines of source code and function points are the most popular metrics from the five considered.

Number of lines of code

LOC (Lines Of Code) - the number of non-empty lines of source text, excluding comments [4]. Despite the fact that this metric essentially depends on the chosen programming language, it still remains the most used software size metric. The exact number of LOCs can only be obtained after the project has been completed. Therefore, estimating the size of the program code prior to its creation is not much simpler than estimating real labor, for example, in man-months.

A typical method of implementation of this assessment uses a combination of expert assessments technique called PERT [6], is as follows: suppose there are n experts, each i -th expert expresses three assumptions about the final size: L_i - lower

bound on the size; H_i - the size of the upper bound; M_i - the most likely size. Then the size of S can be computed as the accuracy of the assessment can be significantly improved by applying PERT not to the project as a whole, but to its individual components. In this case, a general estimate of the size can be obtained as the sum of "local" estimates.

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{L_i + H_i + 4M_i}{6}, \quad (1)$$

The Halstead Metrics

M. Halstead proposed such metrics as code length and volume [7]. The length of the code is defined as

$$N = N_1 + N_2, \quad (2)$$

where N_1 - the total number of occurrences of the operators in the program; N_2 - total number of operands. The amount of code corresponds to the amount of memory required to store the program, and is calculated by the formula:

$$V = N \log (n_1 + n_2), \quad (3)$$

where n_1 - number of different operators; n_2 - number of different operand appearing in a program.

Obviously, it is usually more difficult to estimate the total number of operators and their operands before the end of the project than to evaluate the LOC, so a lot of comments were made on the metrics proposed by Halstead. Support for this approach has been steadily declining in recent years.

Function points

The most successful replacement of the number of lines of code to become functional size measurement point (function points), first proposed by IBM employee A. Albrecht in 1979 [8]. The application of functional points is based on the evaluation of the volume of the functionality being realized by studying the requirements, so that the evaluation of the required labor can be performed at the earliest stages of the project and will be further refined along the life cycle, and the explicit relationship between the requirements for the system being created and the resulting estimate allows The customer to understand what he is paying for, and what the change in the initial task will result in.

The author will briefly review the basic principles of this method. The total number of functional points of the program depends on the number of elementary processes of five types (Figure 1):

1. incoming transaction (External inputs (EI)) - Receive data from user;
2. outgoing transaction (External outputs (EO)) - Transmit data user;
3. user interaction (External inquiries (EQ)) - Interactive Dialogues from user (requiring from Him any - any actions);
4. files internal logic (Internal logical files (ILF)) - files (logical Groups information), used in Within these systems interact;
5. files external interactions (External Interface files (EIF)) - Participate in External Interactions from Other SIS topics.

In this terminology, a transaction is an elementary, indivisible, closed process that is important to the user and transfers the product from one consistent state to another.

Each of the five types is assigned one of three levels of complexity (1 = simple, 2 = medium, 3 = complex), and each pair (type, difficulty level) is assigned a weight that is the number of unaligned function points (UFP) From 3 (for a simple incoming transaction) to 15 (for complex internal files). The total size estimate in UFP is calculated as (4):

$$UFP = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^3 N_{ij} W_{ij},$$

where N_{ij} is W_{ij} Respectively, the number and weight of elements of a system of class / with complexity /.

For example, if the system easy entry 2 ($W_{ij} = 3$) 2 complex output ($W_{ij} = 7$) and a complicated interior file 1 ($W_{ij} = 15$), whereas $UFP = 2 \times 3 + 2 \times 7 + 1 \times 15 = 35$.

This is the number of function points can be directly used to estimate the cost / labor intensity and refined with the help of alignment factor (VAF), which is calculated on the basis of the characteristics

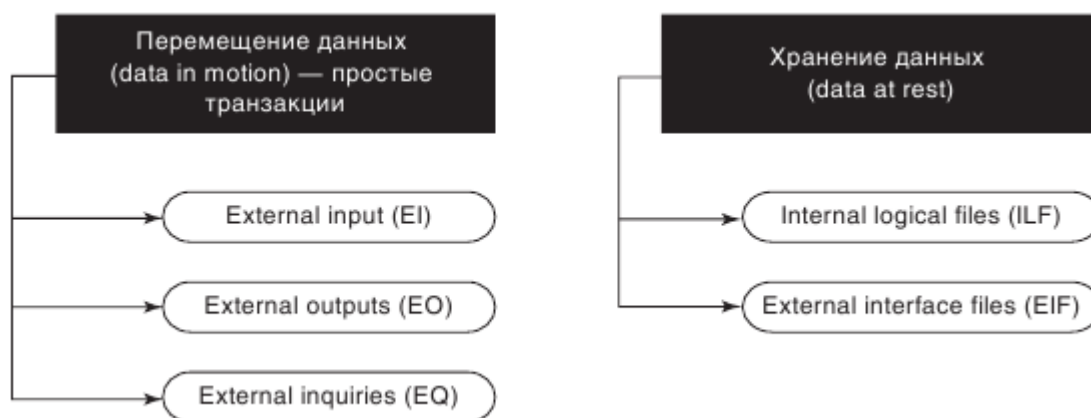


Figure 1. Types of elementary processes used in the FP method

Total project, such as: degree of distribution of processing and storage of data, system performance requirements, security requirements, etc. In this case, the final estimate of the size in the aligned function points is calculated as

$$AFP = (UFP + CFP) \cdot VAF, (5)$$

Where CFP - additional functional points, which will be required, for example, to install or migrate data. The general scheme of the evaluation procedure is shown in Fig. 2.

The number of UFP and the number of lines of code (LOC) are connected linearly:

$$LOC = a \cdot UFP + b. (6)$$

The parameters a and b can be obtained by linear regression on the basis of available data on the project.

1. Basic model of COCOMO. Project Size S Measured at LOC (KLOC), and spent labor - in person-months. Created on the basis of statistical data analysis 63 projects (mostly US Ministry of Defense CTBA) of various types. There are three sets of parameters {a, to} in Dependencies from difficulties to develop relevant software:

- a. for simple, easily understood about the projects and = 2,4, b = 1.05;
- b. for complex systems and = 3,0, b = 1.15;
- c. for embedded systems, and = 3,6, b = 1, 20.

The model was easy to use, but did not provide the required accuracy.

2. Detailed model COCOMO. Refined set of parameters {a, to}, except of total formula Accepted the form: $E = M \cdot a \cdot S^b$, where M - Specifying the

coefficient is calculated as the product of 15 correction factors of 4 the categories of (final product factors, the computational environment, personnel, project), in the range of 0.7 to 1.66, which can be found in the special table . These changes are a basic fashion if allowed to significantly improve the point of evaluation, especially in the case applies the method of the individual components, and not to the system as a whole.

Results

The ideas described allowed the development of a prototype of a system for the refinement of labor estimates based on the COCOMO II model. According to the databases of the bugtrackers of three open source projects (Firefox, Fedora, KDE), estimates were made that averaged 4% more accurately than the estimates obtained with the help of COCOMO II, without clarification through the method considered (Table 1). In the future it is planned to supplement the developed system with simplified versions of existing methods, which will make it possible to use it as a full-fledged independent software package. Increased accuracy assessment for some opensource-projects.

Project	The simulated date of the prediction	Actual release date	COCOMO II	COCOMO II + Genetic	Increase in accuracy, %
Firefox 49.0.2	15.08.2016	20.10.2016	24.10.2016	26.10.2016	2,7
Fedora 25	10.08.2016	11.10.2016	03.10.2016	14.10.2016	8,1
KDE 5.7.2	04.06.2016	19.07.2016	28.07.2016	29.07.2016	1,3

Prospects for the development of proposed ideas

To date, there is a sufficient number of advanced tools for analyzing project repositories (for example, SolidSTA), however, they do not make any predictions about the actual deadlines, usually only adapted for use by managers or analysts and, in fact, provide only the collection of statistics and visualization, Not doing a detailed analysis, since it also makes it difficult to take into account a huge number of factors that fluctuate from project to project.

The goal of further research and development is to create an extension for the IDE, which must meet the following requirements:

- Provide the ability to control the performance of each individual developer, and the entire team as a whole;
- based on the analysis of design reposer signal the deviations from the planned schedule and Register one - click produce Recalculation Terms Putting project (and / or A separate module / assembly) in operation at the moment;
- possess a sufficient degree of universality (should not rely on any particular model of the gap processing, programming language, etc...);
- It shall be calculated not only on the project management, but also on the ordinary developers, as well as all those who are interested in getting the idea of those pace of development for the planned schedule (for self-control, various forms of analytics and others.);
- Provide an opportunity to visualize the results of the analysis.

REFERENCES

1. *Albrecht J., Gaffney JE.* Software function, source lines of codes, and development effort prediction: a software science validation, IEEE Trans Software Eng. SE-9, 1983. P. 639-648.
2. *Aron J.* Estimating Resource for Large Programming Systems Rome, NATO Science Committee, 1969.
3. *Boehm B.* Software engineering economics. New Jersey, Prentice-Hall, 1981.
4. *Fenton N.* Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach, London, Chapman and Hall, 1991.
5. *Halstead M.* Elements of software science, NY, Elsevier, 1977.
6. *Jones C.* Applied Software Measurement, Assuring Productivity and Quality, NY, McGraw-Hill, 1977.
7. *Parkinson G.* Parkinson 's Law and Other Studies in Administration NY, Houghton-Mifflin, 1962.
8. *Royce W.* Software project management: a unified framework. Reading, Addison-Wesley Professional, 1998.
9. *The Boehm.* Software Cost Estimation with Cocomo II. New Jersey, Prentice-Hall, 1981.

ВОЛЬТЕРРОВСКИЕ ЗАДАЧИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Аннотация. Рассматривается задача интегральной геометрии если известны интегралы от нее по семейству конических поверхностей в R^3 . Получено аналитическое представление решения поставленной задачи. Представлена оценки решения задачи в соболевских пространствах.

Ключевые слова: задачи интегральной геометрии, преобразование Фурье, формула обращения, устойчивость.

1. Введение

В настоящей главе рассматривается задача восстановления функции, если известны интегралы от нее по семейству конических поверхностей в R^3 . Задача о восстановлении функции, заданной интегралами на n – параметрическом семействе конических поверхностей с вершинами, пробегающими фиксированную координатную ось, была рассмотрена С. В. Успенским [1]. В операторной форме аналогичные задачи изучались А. Л. Бухгеймом [2]. В статье [3] рассматривается задача интегральной геометрии для семейства конусов в n – мерном пространстве.

Обозначим $x = (x_1, x_2)$, $\xi = (\xi_1, \xi_2)$, $y \in R^1$, $\eta \in R^1$, $M(x, y)$ конус с вершинами в точках (x, y) , которые определяются соотношениями

$$\sum_{k=1}^2 (x_k - \xi_k)^2 = (y - \eta)^2, \quad 0 \leq \eta \leq y$$

Постановка задачи. Рассмотрим операторное уравнение

$$\iint_{M(x,y)} g(x, \xi) u(\xi, \eta) dk = f(x, y), \quad (1)$$

где dk – элемент площади поверхности M .

Обозначим через U класс функций $u(x, y)$, которые всюду имеют все непрерывные частные производные до 3-го порядка включительно и финитна в слое Ω .

Введем функцию

$$\varphi_2(x(y-\eta)) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{R^2} e^{-i\lambda x} \frac{J_0(\lambda(y-\eta))}{1+|\lambda|^2} d\lambda$$

где J_0 – функция Бесселя нулевого порядка, $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2)$.

2. Основная часть

Теорема. Пусть $g(x, \xi) = \frac{1}{|x - \xi|}$. Тогда решение уравнение (1) в классе U

единственно и имеет место представление

$$u(x, y) = \frac{1}{2\pi} \int_0^y \int_{R^2} \left(\frac{\partial}{\partial \eta^2} - \Delta_\xi \right) \cdot (E - \Delta_\xi) f(\xi, \eta) \varphi_2((x - \xi)(y - \eta)) d\xi d\eta$$

и выполняется неравенство

$$\|u(x, y)\|_{L_2} \leq C_1 \|f(x, y)\|_{W_2^{3,3,3}}$$

где $\Delta_\xi = \frac{\partial^2}{\partial \xi_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial \xi_2^2}$, C – некоторая константа.

Доказательство. Уравнение (1) запишем в виде

$$\int_0^y (y - \eta)^{-1} \left(\int_{S(r)} u(\xi, \eta) ds \right) d\eta = f_1(x, y), \quad (2)$$

$S(r)$ – сфера радиуса r . $ds = r d\omega$, $d\omega$ – площадь поверхности единичной сферы ω , $f_1(x, y) = f(x, y) / \sqrt{2}$, $\xi_i = x_i + \alpha_i r$, $i = 1, 2$, $(\alpha_1, \alpha_2) = \alpha_i$ – единичный вектор.

Уравнение (2) в этих обозначениях имеет вид:

$$\int_0^y \left(\int_\omega u(x_1 + \alpha_1 r, x_2 + \alpha_2 r, \eta) d\omega \right) d\eta = f_1(x, y), \quad (3)$$

Применим к (3) преобразование Фурье по x :

$$\hat{f}_1(\lambda, y) = \int_0^y \hat{u}(\lambda, \eta) \left[\int_{\omega} e^{ir\langle \lambda, \alpha \rangle} d\omega \right] d\eta, \quad (4)$$

Рассмотрим внутренний интеграл из (4)

$$I_0(r, \lambda) = \int_{\omega} e^{ir\langle \lambda, \alpha \rangle} d\omega$$

Пусть $\lambda = |\lambda| \cdot \beta$, $\beta = (\beta_1, \beta_2)$ - единичный вектор. Вектор β можно без потери общности выбрать совпадающим по направлению с α_1 .

$$I_0(r, \lambda) = \frac{2\sqrt{\pi}}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)^{-1}} \int_0^1 \frac{e^{ir|\lambda|\alpha_1}}{\sqrt{1-\alpha_1^2}} d\alpha_1, \quad (5)$$

Используя представление цилиндрических функций для (5) получим

$$I_0(r, \lambda) = \sqrt{\pi} \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) J_0(|\lambda|r),$$

Таким образом интеграл (4) представим в виде

$$\hat{f}_1(\lambda, y) = 2\pi \int_0^y \hat{u}(\lambda, \eta) J_0(|\lambda|r) d\eta$$

Применяем к обеим частям преобразование Лапласа по y

$$\tilde{\hat{f}}_1(\lambda, p) = 2\pi I_1(\lambda, p) \tilde{\hat{u}}(\lambda, p), \quad (6)$$

где

$$I_1(\lambda, p) = \int_0^\infty e^{-pr} J_0(r|\lambda|) dr = \frac{1}{\sqrt{p^2 + |\lambda|^2}}$$

Тогда уравнение (6) имеет вид

$$\tilde{\hat{u}}(\lambda, p) = \frac{1}{2\pi} (p^2 + |\lambda|^2) \cdot \frac{\tilde{\hat{f}}_1(\lambda, p)}{\sqrt{p^2 + |\lambda|^2}} \quad (7)$$

Применим обратное преобразование Лапласа по p

$$\hat{u}(\lambda, y) = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_0^y \left(\frac{d^2}{d\eta^2} + |\lambda|^2 \right) \hat{f}_1(\lambda, \eta) J_0(|\lambda|(y-\eta)) d\eta, \quad (8)$$

Известно, что

$$J_0(|\lambda|(y-\eta)) = |\lambda|^{-\frac{1}{2}}(y-\eta)^{-\frac{1}{2}} \varphi_1(|\lambda|(y-\eta))$$

где $\varphi_1(\cdot)$ – ограниченная функция, $\varphi_1(0) \neq 0$.

Уравнение (8) запишем в следующем виде

$$\hat{u}(\lambda, y) = \frac{1}{2\pi} \int_0^y \left(\frac{\partial}{\partial \eta^2} + |\lambda|^2 \right) \cdot (E + |\lambda|^2) \hat{f}_1(\lambda, \eta) \frac{J_0(|\lambda|(y-\eta))}{1 + |\lambda|^2} d\eta, \quad (9)$$

Применим к (9) обратное преобразование Фурье по λ .

$$u(x, y) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \int_0^y \int_{R^2} \left(\frac{\partial}{\partial y^2} - \Delta_\xi \right) \cdot (E - \Delta_\xi) f(\xi, \eta) \varphi_2((x-\xi)(y-\eta)) d\xi d\eta, \quad (10)$$

$$\text{где } \Delta_\xi = \frac{\partial^2}{\partial \xi_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial \xi_2^2}.$$

Из (10) и условия $\text{sup } pu \subset \Omega$ вытекает, что для нахождения функции $u(x, y)$ значения правой части уравнения (1), т.е. функции $f(x, y)$ вне слоя Ω не используются.

Из (7) имеем

$$\tilde{u}(\lambda, p) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \sqrt{p^2 + |\lambda|^2} \cdot \tilde{f}(\lambda, p)$$

Из последнего равенства получаем

$$\tilde{u}(\lambda, p) \leq \frac{1}{2\pi} \cdot (1 + p + |\lambda|) \tilde{f}(\lambda, p)$$

Таким образом, верна оценка

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{a-i\infty}^{a+i\infty} |\tilde{u}(\lambda, p)|^2 dp d\lambda \leq \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{a-i\infty}^{a+i\infty} \left| (1 + p + |\lambda|) \tilde{f}(\lambda, p) \right|^2 dp d\lambda$$

Используя свойства дифференцирования преобразований Лапласа и Фурье, неравенств треугольника для норм и условия наложенные на функцию u , получим оценку

$$\|u(x, y)\|_{L_2} \leq C_1 \|f(x, y)\|_{W_2^{3,3,3}}$$

3. Заключение

Изучаются задачи интегральной геометрии если известны интегралы от нее по семейству конических поверхностей в R^3 . Получено аналитическое представление решения поставленной задачи. Представлена оценки решения задачи в соболевских пространствах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Успенский С. В. О восстановлении функции, заданной интегралами по одному семейству конических поверхностей // Сиб. мат. журн. – 1977. – Т. 18, № 3. – С. 675-684.
2. Бухгейм А. Л. Уравнения Вольтерра и обратные задачи. Новосибирск: Наука, 1983, – 208 с.
3. Бегматов Акр. Х. Задача интегральной геометрии для семейства конусов в n -мерном пространстве. *Сиб. Мат. Жур.* – 1996. – Т. 37, № 3. – С. 500-505.

ВОЛЬТЕРРОВСКИЕ ЗАДАЧИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ НА СЕМЕЙСТВЕ ОТРЕЗКОВ ПРЯМЫХ

Аннотация. Изучается задача интегральной геометрии в полосе на семействе отрезков прямых с заданной весовой функцией. Получено аналитическое представление решения в классе гладких финитных функций. Представлена оценки решения задачи в соболевских пространствах. Для численного решения поставленных задач построены алгоритмы.

Ключевые слова: задачи интегральной геометрии, преобразование Фурье, формула обращения, устойчивость.

1. Введение

В настоящей работе изучаются задача интегральной геометрии в полосе на семействе отрезков прямых с заданной весовой функцией. Во второй части работы получено аналитическое представление решения в классе гладких финитных функций [1, 2]. Представлены оценки решения задачи в соболевских пространствах, откуда следует ее слабая некорректность.

В третьей части исследуются полученные теоретические результаты экспериментальными данными с использованием программ C++. Для решения поставленных задач построены алгоритмы. Приводятся численные и графические результаты применения данных алгоритмов к решению поставленной задачи.

Обозначим $\Omega = \{(x, y) : x \in R^1, 0 \leq y \leq H\}$. Для всех (x, y) , лежащих в полосе Ω . $\Gamma(x, y) = \{(\xi, \eta) : x - \xi = y - \eta, 0 \leq \eta \leq y \leq H\}$.

Постановка задачи. Найти функцию двух переменных $u(x, y)$ из уравнений (1), если известны интегралы от нее с заданной весовой функцией $g(x, \xi)$ на семействе кривых $\{\Gamma(x, y)\}$.

$$\int_{\Gamma(x,y)} g(x,y,\xi,\eta) u(\xi,\eta) ds = f(x,y), \quad (1)$$

2. Основная часть

Пусть $g(x,\xi) = x - \xi$.

Запишем уравнение (1) в следующем виде:

$$\int_0^y u(x-h,\eta)(y-\eta) d\eta = f(x,y), \quad (2)$$

Применим к обеим частям уравнения (2) преобразование Фурье по переменной x :

$$\int_0^y \hat{u}(\lambda,\eta)(y-\eta) e^{i\lambda(y-\eta)} d\eta = \hat{f}(\lambda,y). \quad (3)$$

Применим к последнему уравнению преобразование Лапласа по переменной y :

$$\begin{aligned} \tilde{\hat{f}}(\lambda,p) &= \int_0^{+\infty} e^{-py} \int_0^y \hat{u}(\lambda,\eta)(y-\eta) e^{i\lambda(y-\eta)} d\eta dy = \\ &= \int_0^{+\infty} \tau \cdot e^{-(p-i\lambda)\tau} d\tau \cdot \int_0^{+\infty} \hat{u}(\lambda,\eta) e^{-p\eta} d\eta = I(\lambda,p) \cdot \tilde{\hat{u}}(\lambda,p) \end{aligned}$$

Здесь $\tilde{\hat{u}}(\lambda,p)$ и $\tilde{\hat{f}}(\lambda,p)$ преобразование Лапласа функции $\hat{u}(\lambda,y)$, $\hat{f}(\lambda,y)$ соответственно.

$$I(\lambda,p) = \int_0^{+\infty} \tau \cdot e^{-(p-i\lambda)\tau} d\tau = \frac{1}{(p-i\lambda)^2}, \quad \operatorname{Re} p > 0.$$

$$\tilde{\hat{u}}(\lambda,p) = (p-i\lambda)^2 \tilde{\hat{f}}(\lambda,p).$$

или

$$\tilde{\hat{u}}(\lambda,p) = (p^2 - 2pi\lambda - \lambda^2) \tilde{\hat{f}}(\lambda,p). \quad (4)$$

Применив к (4) обратное преобразование Лапласа и Фурье по переменной p и λ , получим:

$$u(x,y) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} f(x,y) + 2 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} f(x,y) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} f(x,y) \quad (5)$$

Отсюда следует следующая оценка

$$\|u(x, y)\|_{L_2} \leq C \|f(x, y)\|_{W_2^{2,2}}$$

где C – некоторая константа.

Полученные теоретические результаты во второй части исследуем экспериментальными исследованиями с использованием программы C++.

Введем равномерную сетку в прямоугольной области $D = [a, b] \times [c, d]$. Отыскиваем приближенные решения задачи на этом прямоугольнике. Способ решения основан на применении метода конечно-разностных схем для численного дифференцирования в частных производных. Разобьем область D на n_x, n_y частей соответствующим осям x, y .

Схема алгоритма решения задачи такова:

Шаг 1. Разобьем отрезок $[a, b]$ на оси Ox и $[c, d]$ на оси Oy на n_x и n_y частей соответственно. $x_i = a + ih_x$, $y_j = b + jh_y$

Шаг 2. Приближения функций $u(x_i, y_j)$ будем обозначать u_{ij}^{Π} .

$$u_{ij}^{\Pi} = \frac{f_{ij+1} - 2f_{ij} + f_{ij-1}}{h_y^2} + \frac{f_{i+1j+1} - f_{i-1j+1}}{2h_x h_y} - \frac{f_{i+1j-1} - f_{i-1j-1}}{2h_x h_y} + \frac{f_{i+1j} - 2f_{ij} + f_{i-1j}}{h_x^2}$$

Шаг 3. Будем вычислять значение погрешности δ следующим образом:

Обозначим: i - номер строки, j - номер столбца.

$$(\delta)_i = \sqrt{\frac{1}{n_x - 1} \sum_{j=1}^{n_y-1} |u_{ij}^T - u_{ij}^{\Pi}|^2} \quad i = \overline{1, n_x - 1}, \quad (6)$$

где u_{ij}^T – точное решение, u_{ij}^{Π} – приближенное решение.

Пример. В частности, область D можем записать в следующем образом, если заданы крайние точки отрезков $[a, b]$ и $[c, d]$:

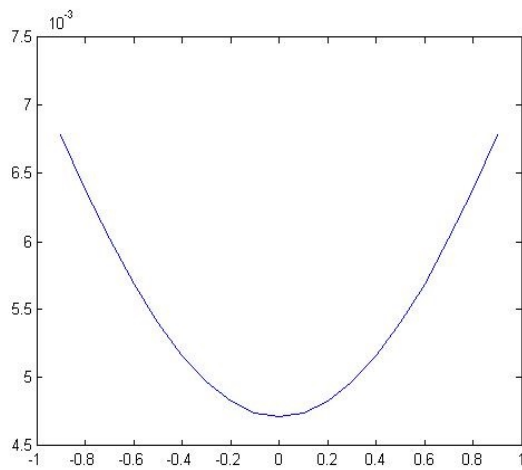
$$D = \{-1 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 2, x_i = -1 + ih_x, y_j = jh_y\}.$$

В качестве тестового примера для сравнения с результатами численного расчета используем следующую функцию

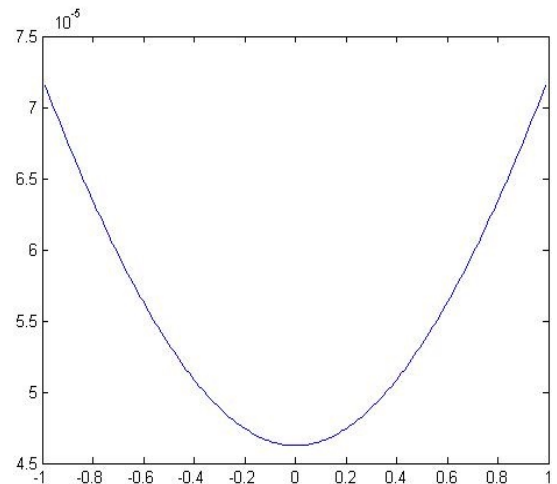
$$u(x, y) = (x^2 - 1)(y^2 - 2y), \quad (7)$$

Функция $f(x, y)$ получаем из формулы (2). Массивы значений $f(x_i, y_j) = f_{ij}$ использовались определения приближенные значений функции u_{ij}^H и сравнения с аналитическими значениями u_{ij}^T .

Чтобы проиллюстрировать достигаемую точность вычисления, покажем погрешности δ_i на рисунке 2 с шагами $h = 0.1$ и $h = 0.01$.



а)



б)

Рис.1. Изменение погрешности $(\delta)_i$ с шагами а) $h_x = h_y = 0.1$, б)

$$h_x = h_y = 0.01$$

3. Заключение

В работе рассматривалась задача интегральной геометрии в полосе на семействе отрезков прямых с заданной весовой функцией. В работе получено аналитическое представление решения в классе гладких финитных функций. Представлены оценки решения задачи в соболевских пространствах, откуда следует ее слабая некорректность.

Далее исследовались полученные теоретические результаты экспериментальными данными с использованием программ C++. Для решения

поставленной задачи построен алгоритм. Приводятся графические результаты применения данных алгоритмов к решению поставленной задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бегматов А. Х. Линейная задача интегральной геометрии с гладкими весовыми функциями и возмущением / А. Х. Бегматов, Г. М. Джайков // Владикавказский математический журнал. - 2015. - Т. 17, вып. 3. - С. 14-22.
2. Begmatov A. H. Numerical recovery of function in a strip from given integral data on linear manifolds / A. H. Begmatov, G. M. Djaykov // 11 International forum on strategic technology (IFOST 2016) : proc., Novosibirsk, 1–3 June 2016. – Novosibirsk : NSTU, 2016. – Pt. 1. – P. 478–483.

ЧИСЛЕННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИИ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЕСОВОЙ ФУНКЦИЕЙ

Аннотация. Рассматривается задача интегральной геометрии в полосе на семействе отрезков прямых с заданной весовой функцией. Получено аналитическое представление решения в классе гладких финитных функций и представлена оценки решения задачи в соболевских пространствах, откуда следует ее слабая некорректность. Для численного решения поставленных задач построены алгоритмы и точность формулы обращения проверяется с численными методами.

Ключевые слова: задачи интегральной геометрии, преобразование Фурье, формула обращения, устойчивость.

1. Введение

Задачами интегральной геометрии вольтерровского типа называются задачи, которые могут быть сведены к исследованию операторных уравнений Вольтерра в смысле определения, данного Лаврентьевым [1].

Вопросы единственности решения плоской задачи интегральной геометрии на семействе парабол с возмущением рассматривались в статье [2].

В работе изучаются задачи интегральной геометрии в полосе на семействе отрезков прямых со специальной весовой функцией. Получено аналитическое представление решения в классе гладких финитных функций. Представлены оценки решения задачи в соболевских пространствах, откуда следует ее слабая некорректность.

Постановка задачи. Восстановить функцию двух переменных $u(x, y)$, если известны интегралы от нее с заданной весовой функцией $g(x, \xi)$ на семействе кривых $\{\Gamma(x, y)\}$:

$$\int_{\Gamma(x,y)} g(x,y,\xi,\eta)u(\xi,\eta)d\xi = f(x,y) \quad (1)$$

где $g(x,y,\xi,\eta)$ – заданная весовая функция, функция $f(x,y)$ считается известной в полосе L_H , $L_H = \{(x,y): x \in R^1, 0 \leq y \leq H\}$, $\Gamma(x,y)$ – семейство полуокружностей:

2. Основная часть

Пусть функция $f(x,y)$ известна всюду в полосе L_H , весовая функция $g(x,y,\xi,\eta)$ имеет вид $g(x,\xi) = e^{-(x-\xi)}$.

Запишем уравнение (1) для весовой функции $g_2(x,\xi)$ в виде:

$$\int_0^y u(x-h,\eta)e^{-(y-\eta)}d\eta = f(x,y), \quad (2)$$

Применим к (2) преобразование Фурье по x :

$$\int_0^y \hat{u}(\lambda,\eta)e^{i\lambda(y-\eta)-(y-\eta)}d\eta = \hat{f}(\lambda,y). \quad (3)$$

Применим к уравнению (3) преобразование Лапласа по y :

$$\begin{aligned} \tilde{\hat{f}}(\lambda,p) &= \int_0^{+\infty} e^{-py} \int_0^y \hat{u}(\lambda,\eta)e^{i\lambda(y-\eta)-(y-\eta)}d\eta dy = \\ &= \int_0^{+\infty} e^{-(p+1-i\lambda)\tau} d\tau \cdot \int_0^{+\infty} \hat{u}(\lambda,\eta)e^{-p\eta}d\eta = I(\lambda,p) \cdot \tilde{\hat{u}}(\lambda,p) \end{aligned}$$

где

$$I(\lambda,p) = \int_0^{+\infty} e^{-(p+1-i\lambda)\tau} d\tau = \frac{1}{p+1-i\lambda}, \quad \operatorname{Re}[p+1] > 0.$$

Таким образом,

$$\tilde{\hat{u}}(\lambda,p) = (p+1-i\lambda)\tilde{\hat{f}}(\lambda,p). \quad (4)$$

Применим к (4) обратное преобразование Лапласа по p . Тогда уравнение (4) примет вид

$$\hat{u}(\lambda, y) = \left(\frac{\partial}{\partial y} + 1 - i\lambda \right) \hat{f}(\lambda, y),$$

Применим к этому уравнению преобразование Фурье по переменной λ :

$$u(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) + \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) + f(x, y). \quad (5)$$

Исходя из формулы (5) имеет место следующая оценка

$$\|u(x, y)\|_{L_2} \leq C \|f(x, y)\|_{W_2^{1,1}},$$

где C - некоторая константа.

Перейдем к описанию численного алгоритма рассматриваемой задачи.

Поскольку уравнений (5) участвуют частные дифференцирования первого порядка то для приближенного значения можно использовать следующие разностные отношения:

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x, y) \approx \frac{f_{i+1j} - f_{i-1j}}{2h_x}, \quad \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \approx \frac{f_{ij+1} - f_{ij-1}}{2h_y}, \quad (6)$$

или

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x, y) \approx \frac{f_{i+1j} - f_{ij}}{h_x}, \quad \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \approx \frac{f_{ij+1} - f_{ij}}{h_y},$$

Так как шаг задания сеточной функции постоянный $h = const$, то для вычисления производной внутри сетки выбираем формулы, имеющие второй порядок аппроксимации относительно шага h . Необходимо подчеркнуть, что формул (6) справедливы для случая равномерной сетки; применение их на произвольной неравномерной сетке для первой производной приводит к низкой точности $O(h)$, а для второй производной – к грубой ошибке.

Заменяя производные симметричными конечно-разностными отношениями будем иметь

$$u_{ij}'' = \frac{f_{i+1j} - f_{i-1j}}{2h_x} + \frac{f_{ij+1} - f_{ij-1}}{2h_y} + f_{ij}. \quad (7)$$

Погрешность определяется по формулам:

$$(\delta)_i = \sqrt{\frac{1}{nx-1} \sum_{j=1}^{ny-1} |u_{ij}^T - u_{ij}^{\Pi}|^2} \quad i = \overline{1, n_x - 1}, \quad (8)$$

Пример. В частности, область D можем записать в следующем образом, если заданы крайние точки отрезков $[a, b]$ и $[c, d]$:

$$D = \{-1 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 2, x_i = -1 + ih_x, y_j = jh_y\}.$$

В качестве тестового примера для сравнения с результатами численного расчета используем следующую функцию

$$u(x, y) = \cos\left(\frac{\pi}{2}x\right) \sin\left(\frac{\pi}{2}y\right), \quad (9)$$

Функция $f(x, y)$ получаем из формулы (2).

Подсчитаем искомые значения по формуле (7). Погрешности вычисления представим на рисунке 1. На основе полученных приближенных значений можно заключить, что в вычислениях ожидается два верных цифр после запятой при $h_x = h_y = 0.1$, четыре нулей после запятой при $h_x = h_y = 0.01$.

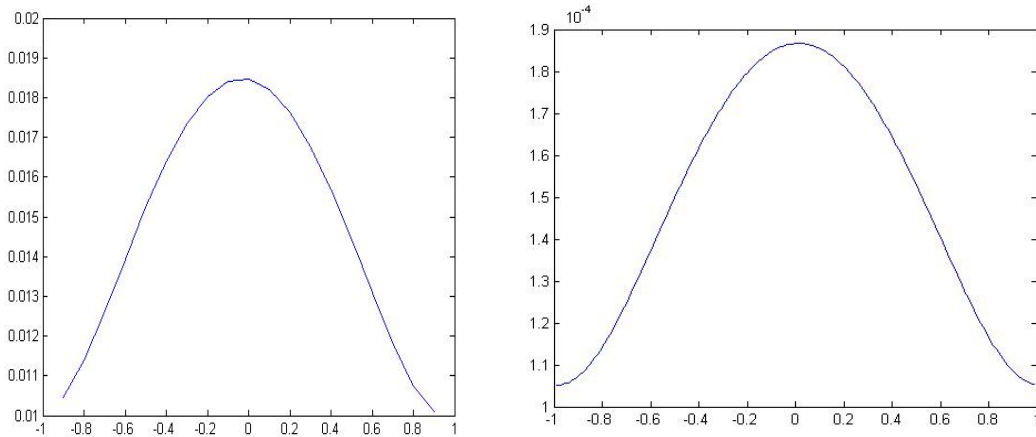


Рис.1. Изменение погрешности $(\delta)_i$ с шагами а) $h_x = h_y = 0.1$, б)

$$h_x = h_y = 0.01$$

3. Заключение

В работе рассматривалась задача интегральной геометрии в полосе на семействе отрезков прямых с экспоненциальной весовой функцией. В работе получено аналитическое представление решения в классе гладких финитных

функций. Представлены оценки решения задачи в соболевских пространствах, откуда следует ее слабая некорректность.

Далее исследовались полученные теоретические результаты экспериментальными данными с использованием программ С++. Для решения поставленной задачи построен алгоритм. Приводятся графические результаты применения данных алгоритмов к решению поставленной задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаврентьев М. М. В кн.: Междунар. Мат. конгресс. Ницца, 1970. М.: Наука, 1972.
2. Лаврентьев М.М. Задача интегральной геометрии на плоскости с возмущением. // Сиб. Мат. Журн. – 1996. – Т.37. № 4. – С. 851-857.

EXPERIENCE OF APPLIANCE MACHINE LEARNING METHODS FOR MEDICAL DIAGNOSTICS

Abstract. The article specifies the formal definition of medical diagnostics problem. Negative and positive moments for solving problem of medical diagnostics by appliance different models such as logistic regression, artificial neural network, discriminant function and scoring model are described in the article. One of the possible schemes of appliance machine learning methods in clinic is performed in the manuscript.

Key words: medical diagnostics, logistic regression, artificial neural network, discriminant function, scoring model.

Formal definition of the medical diagnostics problem

The formal definition of the problem of constructing a diagnostic rule in medical science is pretty the same as the mathematical definition of the classification problem (the variety of machine learning tasks with the teacher) [1]. Let X is a finite set of features of objects (in medical science: potential signs of diseases or pathologies), Y - a finite set of numbers, names or labels of classes (in medical science: labels of diseases or pathologies). There is unknown target dependence $y^*: X \rightarrow Y$ where values Y are known only for the objects of the finite training sample $X^m = \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)\}$ (in medical science: $p_i = (\bar{x}, \bar{y})$ is a patient). It is required to find a function $F(X) = \bar{Y}$ capable of classifying a random object.

The formal definition and solution of the classification problem (the problem of constructing a medical diagnostic rule) depends on the feature space. A features space is called a mapping $f: X \rightarrow D_f$, where D_f is the set of admissible values of the features. The basic types of feature spaces that describe a vector of features are:

- Binary features: $D_f = \{0,1\}$;
- Nominal features: $D_f = \{0,1\}$ is finite set $x_j = \{x_{j_\alpha}\}$ where $\alpha = \overline{1, \eta}$ is given nominal value;
- Order features: D_f is infinite ordered set where $\forall x_{j_\alpha} \in x_j : \alpha_1 < \alpha_2 \rightarrow x_{j_{\alpha_1}} < x_{j_{\alpha_2}}$;
- Quantitative features: D_f is infinite set of real numbers $x \in [x_{\min}, x_{\max}]$, $x_{\min}, x_{\max} \in R$.

Based on the fundamental types of features more complex multidimensional feature spaces can be constructed, for example time series, images, video and many others.

In practice the following problems with dataset can occur: heterogeneous (different scales); incomplete (there are omissions); inaccurate (measured with inaccuracies); contradictory (the features of objects are the same, but the class label is different); excess (super-large dataset); insufficient (the number of objects a lot less than the number of features); unstructured (no structured data); non-trivial quality criteria.

That's why all data have to be checked before starting problem-solving process. If some of dataset's problems can't be solved, thus, some limitations on the use of machine learning methods arise. When all problems with dataset are solved, we can start problem-solving process or developing medical diagnostic rule.

Problem-solving techniques

General statements.

Before starting developing the medical diagnostic rule it's important to evaluate the classification function (medical diagnostic rule) by the loss function $L(a, x_i)$ used as the magnitude of the algorithm error $a \in A$ at the object $x_i \in X$. For the most problems loss function is used a quadratic error (1).

$$L(a, x_i) = (a(x_i) - y(x_i))^2 \quad (1)$$

Thus, empirical risk $Q(a, X^l)$ would be as the quality of the algorithm on the learning sample(2).

$$Q(a, X^l) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l L(a, x_i) = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l (a(x_i) - y(x_i))^2 \quad (2).$$

Fitting the model to training data is not always good for practical use. Very good fitting to training sample can be revealed because of noise, accidental emissions and various anomalies. All that improves the model's sensitivity, but the error of model for the unknown cases increases. It may happen because of an inadequate increase in the number of freedom degrees (model parameters). To avoid it there was modified the formula of calculation the empirical error. Modification can be divided in two groups: sample splitting and charging the penalty for big values.

Splitting sample method is called the "cross-validation" method. The main idea is dividing sample randomly on N subsamples and calculating mean error of a on subsamples (3)-(4).

$$X^L = X_n^l \cup X_n^k, L = l + k \quad (3)$$

$$CV(\mu, X^L) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N Q(\mu(X_n^l), X_n^k) \rightarrow \min \quad (4)$$

Penalty charging method called regularization. The most common are Tikhonov (5) and Lasso (6) regularizations.

Tikhonov regularization

$$Q(a, X^l)' = Q(a, X^l) + \lambda \cdot \sum_j w_j^2 = \sum_i (a(x_i) - a(x_i))^2 + \lambda \cdot \sum_j \theta_j^2 \quad (5)$$

where $\sum_j \theta_j^2$ - is the sum of the squared parameter's values of the classification function, and $\lambda \cdot$ is penalty size parameter selected manually;

Regularization of Lasso

$$Q(a, X^l)' = Q(a, X^l) + \lambda \cdot \sum_j |\theta_j| = \sum_i (a(x_i) - a(x_i))^2 + \lambda \cdot \sum_j |\theta_j| \quad (6)$$

Another method is concerned the computing parameters of diagnostic (classification) rule. If the parameters of classification function will be computed by iterative algorithm, normalize input variables values is recommended. This

transformation helps us to accelerate the process of convergence and, as a result, reduces empirical risk.

Let's examine some possible types of models suitable for diagnostic rules.

Discriminant function.

This is one of the simplest model, also called Fisher's linear discriminant function. The main idea is to find the best line that divide into the classes some objects by its features. The line is of the form (7).

$$f(\vec{x}) = p_0 + p_1 \cdot x_1 + \dots + p_i \cdot x_i + \dots + p_n \cdot x_n \quad (7)$$

After all parameters p_i is found by the optimization algorithm, the values of the discriminant function must be computed in the centroids of groups. After that for all class calculated non-intersecting, then intervals for the values of the discriminant function $a_i < f(\vec{x}) < a_{i+1}$ would be calculated corresponding to the particular class (8).

$$f(\vec{x}) = \begin{cases} y_1, f(\vec{x}) < a_1 \\ \dots \\ y_k, f(\vec{x}) \geq a_{k-1} \end{cases} \quad (8)$$

As we see the constructing a diagnostic rule using discriminant function not as easy as it seems and its quality dependence of many settings.

Logistic regression.

The most popular model for medical diagnostic rules [2]. It is associated with capabilities of the its parameters interpretation.

$$f(\vec{x}) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad (9)$$

where $z = p_0 + p_1 \cdot x_1 + \dots + p_i \cdot x_i + \dots + p_n \cdot x_n$.

As shown by formula (9) the form of discrimination is still linear, but the area of intersection is stretched by logit transformation. It gives more accurate adjustments of cut-off point.

Logistic regression make it possible to estimate odds ratio of the i -th feature - e^{p_i} , it is very important for interpretation. For example, for feature with $e^{p_i} > 1$ increasing on 1 unit p_i involve increasing of probability $Y=1$ on the $(e^{p_i} - 1)$ percent.

Scoring model.

Scoring models in practical medicine have become quite widespread due to the ease of their use and the lack of the need for the use of any computers and calculators. The most popular scoring models in medicine are the Apgar scoring scale [3], the GRACE scale for assessing the risk of developing the closest adverse cardiovascular outcomes (death, myocardial infarction) [4], as well as many other scales used in intensive care units [5]. Consequently, scoring models have proven themselves as a tool for rapid assessment of the condition of the examined patient.

General formula of scoring model is (10)

$$f(x) = \sum_{k=0}^K z_k \quad (10)$$

where z_k is a score for k -th feature calculated by (11).

$$z_k = \begin{cases} a_1^k, x_k < b_1^k \\ \dots \\ a_{n_k}^k, x_k < b_{n_k}^k \end{cases} \quad (11)$$

Scoring model is usually getting as rough logistic regression with weighted intervals. As a result, the error of scoring model will be bigger than error of logistic regression.

Artificial neural network.

A multilayer perceptron (MLP) is a kind of artificial neural network (ANN), which presented as a superposition of a large number of nonlinear functions obtained from a linear combination, that is reflected in formula (12) and Figure 1.

$$\begin{aligned} MLP(\{W^k\}, X, \{\sigma^k\}) = \\ = \sigma^K(\sigma^{K-1}(\dots(\sigma^2(\sigma^1(X \times W^1) \times W^2) \dots \times W^{K-1})) \times W^K) = \bar{o} \end{aligned} \quad (12)$$

where $X : 1 \times n_0$, such as $n_0 = n + 1$, n - number of used features of the objects; $\{W^k\}$ - the set of matrixes of weights for each layer k , such as: $W^1 : n_0 \times n_1$ where n_1 - the number of neurons in the first hidden layer, $W^2 : n'_1 \times n_2$, $n'_1 = n_1 + 1$, n_2 - the number of neurons in the second hidden layer and so on to $W^K : n'_{K-1} \times n_K$, $n'_{K-1} = n_{K-1} + 1$ where n_K - the number of neurons in the output layer of MLP; $\{\sigma^K\}$ - a set of activation functions for each layer k [6]; $\bar{o}$ vector of MLP output signals.

As the parameters of MLP, one can distinguish [6]: the number of layers, the number of neurons in each layer, the activation functions in the layers, the error function.

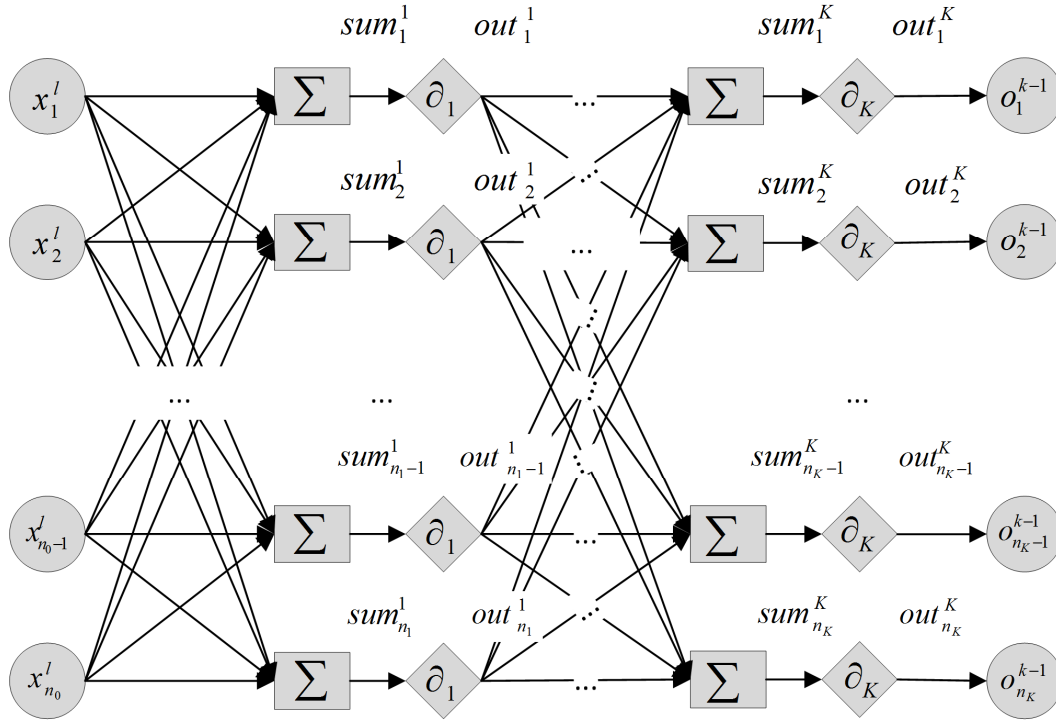


Fig. 1. Multilayer perceptron.

Source: designed by author

Practically MLP with two of three layers is sufficient for this purpose, since [1]:

- A two-layer ANN allows you to implement an arbitrary Boolean function.
- A two-layer ANN allows to define an arbitrary convex polyhedron.
- A three-layer ANN allows to separate an arbitrary polyhedral area, not necessarily convex, and not necessarily connected.

For evaluating the significance of the input vector's elements (features), the residual sum of square (RSS) can be used. RSS must be calculated for all the vectors of sample, but the for each input vector value of one of the element must be replaced by its average value in the training sample (13):

$$RSS_f = \sum_{l=1}^L \left(MLP(\{W^k\}, \{\sigma^k\}, \vec{x}_f^l)_i - y_i^l \right)^2 \quad (13),$$

where $\bar{x}_f^l = (x_1^l, x_2^l, \dots, \bar{x}_f, \dots, x_{n_x-1}^l, x_{n_x}^l)$ is the modified input vector, in which the f -th attribute is replaced by the average value $\bar{x}_f$ in the training sample.

For value of $RSS_f < 1$ the f -th element can be excluded from the input value vector of the ANN, as it doesn't significantly affect the result of the classification.

Comparing of the problem solving techniques

According to the Table 1, we can say that the more complicated models is logistic regression and artificial neural network. However, in addition to the complexity of these models, we can also state their accuracy [2]. But for practical use they requires engineering calculator or a computer. The scoring model we obtained is easy to use. However, in comparison with logistic regression, discriminant function and artificial neural network, scoring model is less accurate in the overall diagnostic.

Table 1.

Models for medical diagnostics

Criteria	Discriminant function	Logistic regression	Scoring model	Artificial Neural Network
Analytic interpretation	Coefficients give information about way of relation (forward or backward) and its power		Coefficients can give information about relation power	No particular rule. Indirect assessment possible
Instruments needed to apply	Regular calculator	Scientific calculator	None	Computer
Type of classification board	Linear		Linear or non-linear (depend on model-building technique)	Non-linear

Source: based on [2]

Practice appliance of machine learning in medicine

Use of any of the discussed above methods in practice can be realized as a part of special system (external service) or as a module of the medical information system

(internal service). Such systems and modules called as "clinical decision support system" (CDSS).

In general, CDSS consists of:

- Storage subsystem presented as a database of the diagnostic rules. Each diagnostic rule presented as PMML XML file [7].
- Execution subsystem presented as a web service of medical diagnostics.
- Graphical user interface for non-integrated usage presented as a web-site.

As shown on figure 1, connection through the internet to the CDSS from external medical information systems can be realized by using secured connection (as HTTPS) and depersonalization procedure (anonymization).

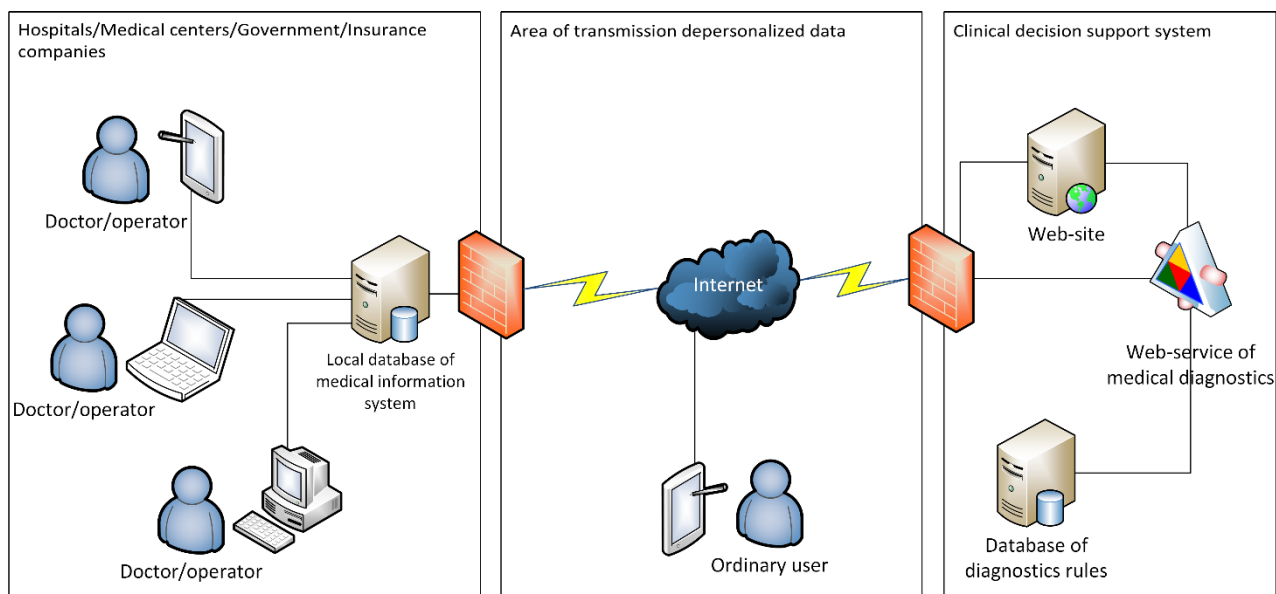


Fig. 2. Scheme of clinical decision support system based on machine learning diagnostics rules.

Source: designed by author

Conclusions

In this article all steps of applying machine learning methods for medical diagnostics from formal definition of the problem to practical use the method by clinical decision support system are described. In the research the problems of legalism, legal and ethical restraints of use such methods hadn't been examined. This

problem is of very complicated demand attention for lawyers and doctors. Another serious question is on which step such kind of medical diagnostics methods must be applied, and what quality of data (accuracy and validity time of input data etc.) must be.

Support

Financial support for this work was provided by the Federal Agency for Youth Affairs (Grant).

REFERENCES

- [1] Vorontsov K.V. Mathematical methods of learning by precedents (theory of machine learning). - M. - 141 p.
- [2] Kuznetsov V.A., Kutrunov V.N., Yaroslavskaya E.I., Dyachkov S.M. Statistical methods of medical data analysis in clinical practice // Scientific Review № 22 (2015) // P. 313-320.
- [3] Sears W., Sears M. Your baby from birth to two years. - Moscow: Eksmo, 2012. - 912 p.
- [4] Bassand J.-P., Hamm C. W., Ardissino D., et al. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndromes of the European Society of Cardiology. Guidelines for the diagnosis and treatment of non-ST-segment elevation acute coronary syndromes // Eur Heart J. №28(13) (2007) // P. 1598-1660.
- [5] Vincent J-L, Moreno R: Scoring systems in the critically ill. Critical Care 2010, 14:207 [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.ccforum.com/content/14/2/207>.
- [6] Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation / transl. from Eng. – M.: Publish house Williams, 2006. – 1004 p.
- [7] Data mining group [Electronic resource]. - Access mode: dmg.org

S.M. Dyachkov^{1,2}, V.N. Kutrunov², V.A. Kuznetsov¹, Todosiychuk V.V.¹

1 - Tyumen cardiology research center, Tyumen, Russia

2 - Tyumen state university, Tyumen, Russia

UDK 004.021, 004.622, 004.891.3

WAVELET ANALYSIS AS THE METHOD OF TIME SERIES PREPROCESSING FOR SOLVING CLASSIFICATION PROBLEM

Abstract. In the article described the difference of Fourier and wavelet transforms. There is the algorithm of continuous wavelet analysis with design formulas. In the article described the calculation of the boundary values for continuous wavelet transform grid.

Key words: wavelet analysis, Fourier analysis, continuous wavelet transform, classification problem, signal processing.

History of wavelet analysis

Wavelet analysis is one of the youngest methodology of analysis of non-stationary signals. Definition of the “Wavelet” initially was given by A.Grossman and J.Morlet in early 80's of 20's century in the works of analysis seismic signals. Near the 90's this methodology of signal analysis was widely discussed in scientific community and was obtained some theoretical results. The result of theoretical research mostly enclose of modification of wavelet transform for speeding up the calculation of spectrogram. In that period the algorithm of the discrete wavelet transform called Mallat algorithm or fast wavelet transform algorithm was developed.

By the beginning of the 1990s, wavelet analysis was widely used in such areas as signal analysis, image recognition and image synthesis, encryption and decryption of information and others.

Fourier analysis versus wavelet analysis

The main difference between Fourier transform and wavelet transform is time localization. Lack of time localization made it impossible to analyze non-stationary signals. Mainly for solving this problem the theory of spectral analysis made step from frequency analysis (Fourier transform) to time-frequency analysis (wavelet-transform) [1].

The advantage of this approach is the ability to detect changes in the frequency spectrum that occur over time, which is relevant for non-stationary signals. In the case of a non-stationary signal, the wavelet transform is more informative than the Fourier transform, and importantly, it allows solving the classification problem with greater accuracy. Such results are achieved due to the presence of an additional degree of freedom in the form of localization in time.

The main difference of the Fourier transform versus wavelet-transform can be demonstrated by the function (1).

$$y(x) = \begin{cases} \cos(10 \cdot x), & x \in [0, 0.5) \\ \cos(100 \cdot x), & x \in (0.5, 1] \end{cases} \quad (1).$$

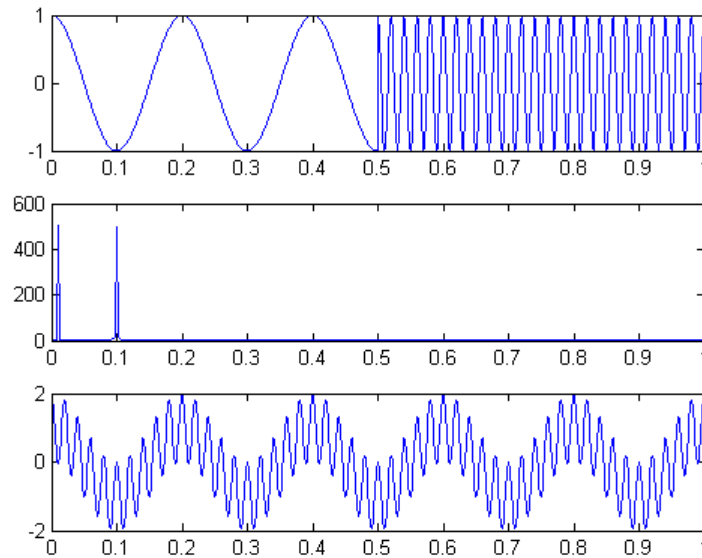


Fig. 1. Fourier transform of function (1). The first plot is the signal, the second is the Fourier transform of the signal and the third is the inverse Fourier transform.

Source: designed by authors.

The Fourier transform of the function (1) is shown on fig.1 and the wavelet-transform - on the fig. 2.

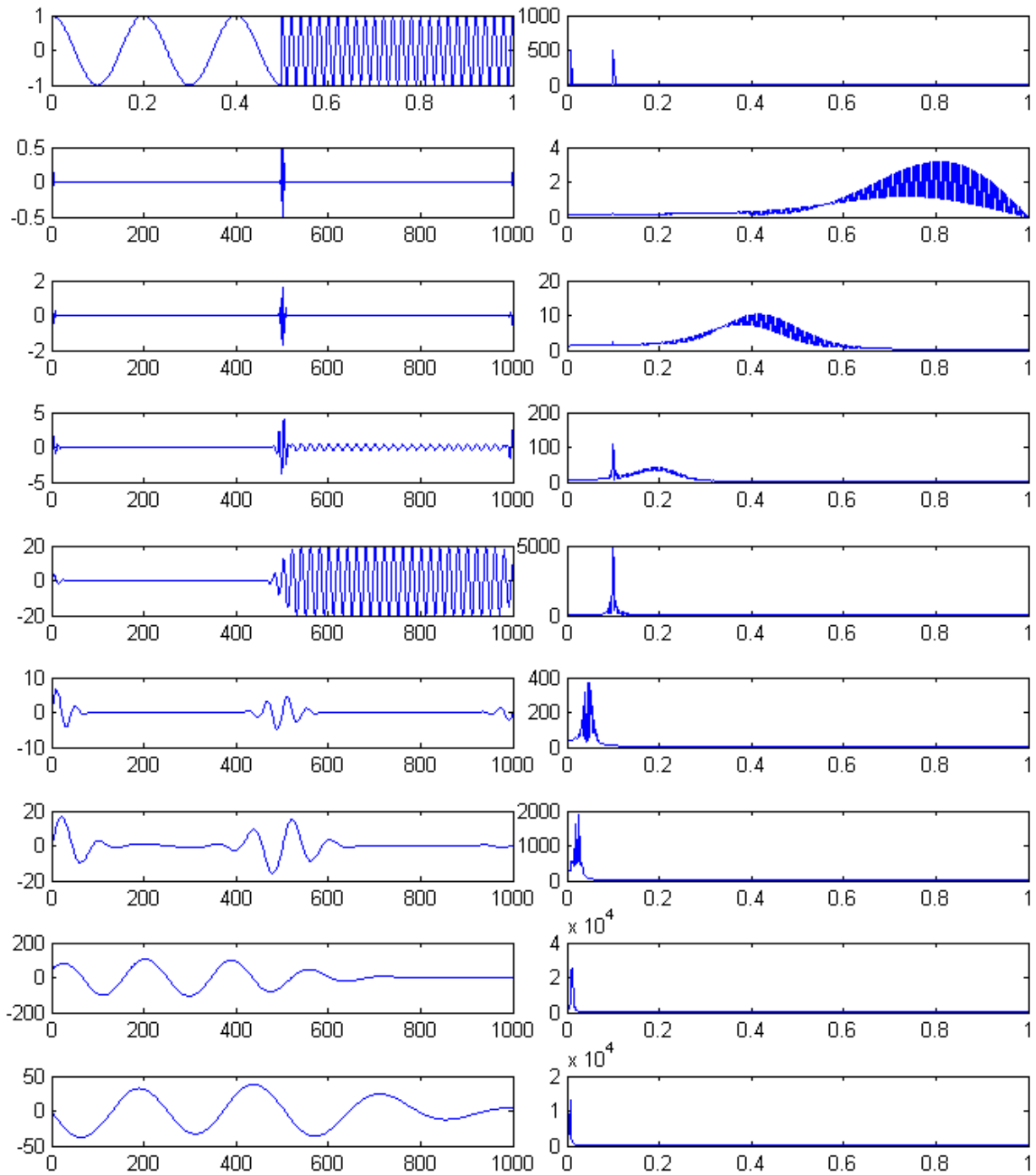


Fig.2. Wavelet transform of the function (1). The top right plot is the signal, the top left plot - the Fourier transform of the signal. Below, on the right side are the details ($a = 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256$) of the wavelet transform (Morlet wavelet) of the signal, on the left side - frequency respond (Fourier transform).

Source: designed by authors.

As we see on fig.1 and fig.2 the localization of the frequency of the function presented only with wavelet transform.

Continuous wavelet transform

Before continuous wavelet transform calculation must be done the input signal segmentation [2, 3, 4]. Than, for the spectrogram's values calculation must be set some parameters (fig. 3), as: $\omega_{\min}$ - minimum frequency value (boundary from above); $\omega_{\max}$ - maximum frequency value (boundary from below); $\Delta_{\omega} = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{N_{\omega}}$ - the step by frequency (vertical axis), and $N_{\omega} + 1$ - the number of frequencies; $t_{\min}$ - the minimum value of the time of the selected fragment with the QRS-complex (left border); $t_{\max}$ - the maximum value of the time of the selected fragment with the QRS-complex (right border); $\Delta_t = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{N_t}$ - the step by time (horizontal axis), and $N_t + 1$ - the number of moments by time.

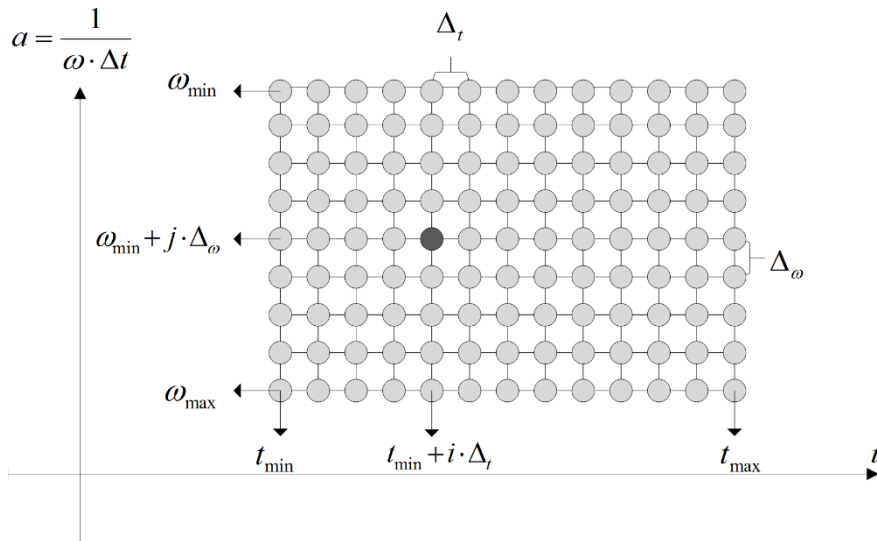


Fig.3. Spectrogram grid.

Source: designed by authors.

The time boundaries calculate on the stage of signal segmentation. The grid step by time for simplicity can be took equal to the original discretization frequency of the signal.

The boundary values of the frequencies and grid step by frequency can be calculated by the original signal's discretization frequency and the length of the

selected segment. The maximal value of the frequency in accordance with the Kotel'nikov-Shannon-Neuquist theorem must be lower or equal to Nyquist frequency (2) [5].

$$\omega_{\max} \leq \omega_{Nyquist} = \frac{1}{2} \cdot \omega \quad (2),$$

where ω - the original discretization frequency of the signal; $\omega_{Nyquist}$ - Nyquist frequency.

The minimum frequency efficient to study with wavelet analysis is determined by the signal (segment) length. It is reasonable to make a convolution of signal with the wavelet with the carrier not less than the signal (segment) length (3) [6]:

$$\omega_{\min} \geq \frac{2}{T} \quad (3),$$

where T is the length of signal (segment).

$$C(a, b) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt \quad (4),$$

where $a, b \in R, a \neq 0$ - wavelet parameters determined scale and shift of wavelet function; $f(t)$ - input signal, ψ - wavelet function and ψ^* - scaling function.

If $a = \frac{1}{2^j}$ and $b = \frac{k}{2^j}$ then the formula (4) takes the form (5), that is, the discrete wavelet transform (DWT), the calculation of the coefficients

Wavelet spectrograms of which can be performed according to Mallat algorithm [7].

$$C[a, b] = C \left[\frac{1}{2^j}, \frac{k}{2^j} \right] = \sqrt{2^j} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \cdot \psi^* (t \cdot 2^j - k) dt \quad (5),$$

Where $j \in Z$ is the order of the wavelet decomposition; $k \in Z$ is the shift by an input signal.

To the frequency value calculation for the particular value of the parameter $a \in R, a \neq 0$ - dimensionless scaling parameter (not in hertz) - can be used formula (6).

$$a = \frac{\omega}{\omega_i} \quad (6),$$

where ω_i - frequency of wavelet (wavelet decomposition); ω - discretization frequency of signal

As we see a sets the scale of the wavelet function in frequency is equal to the ratio of the discretization frequency of the original signal to the wavelet (wavelet decomposition) frequency (fig. 4).

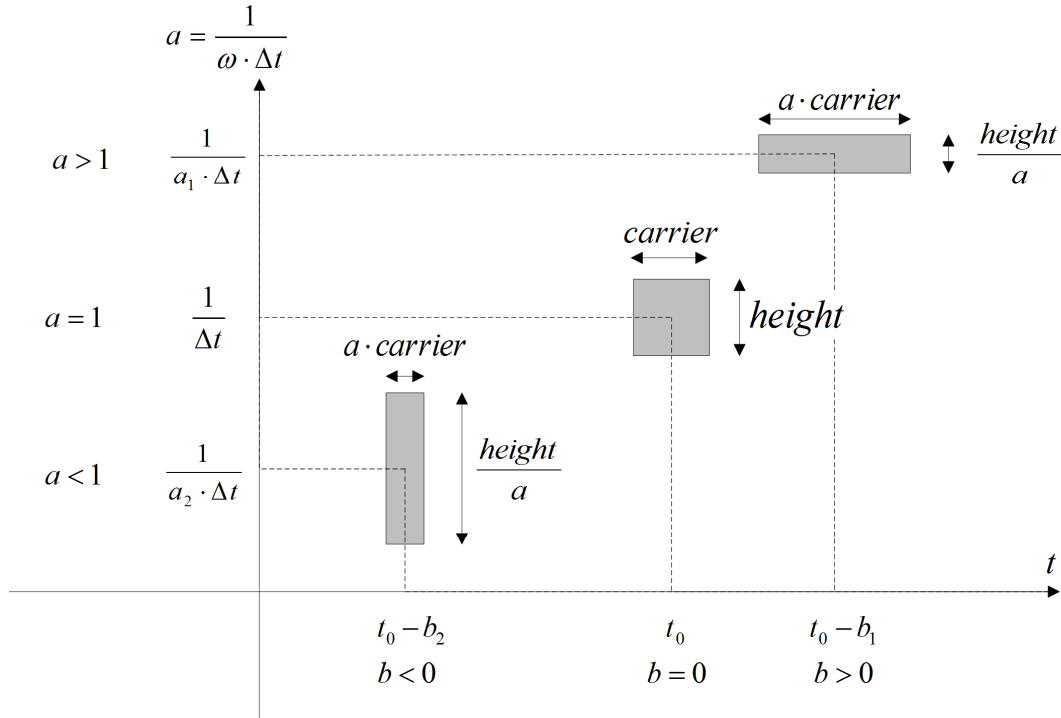


Fig. 4. Time-frequency resolution of wavelet

Source: designed by authors.

The value of parameter b sets the time shift. In this case, the minimal and maximal values of the shift b must be specified taking into account the length of the wavelet carrier (7), since otherwise time localization will be disrupted, and the wavelet spectrogram graph will have a "slope" to the right.

$$\psi^*\left(\frac{t-b}{a}\right) \Rightarrow \psi^*\left(\frac{t - \left(b - \frac{\text{carrier} \cdot a}{2}\right)}{a}\right) \quad (7),$$

where *carrier* - the length of the carrier of the wavelet (for wavelets with infinite carriers - the length of the significant carrier of the wavelet).

The final formula for spectrogram calculation at the points of the grid (continuous wavelet transform) will be (8):

$$C[a, b] = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \cdot \int_{-\frac{carrier}{2}}^{+\frac{carrier}{2}} f(t) \cdot \psi^* \left(\frac{t - \left(b - \frac{carrier \cdot a}{2} \right)}{a} \right) \cdot dt \quad (8)$$

where $+\frac{carrier}{2}$ and $-\frac{carrier}{2}$ - the right and the left boundaries of the wavelet.

For continuous wavelet transform by formula (8) any wavelet function can be used. Among the criteria for choosing a wavelet function, we can distinguish [8]:

- the number of zero moments of the wavelet, which is defined as the maximum value of k , at which the integral (9) vanishes (the higher the zero moment of the wavelet, the more complex the shape of it and, as a result, more accurately presentation of the complicated signals; the higher the zero moment of the wavelet, the bigger its carrier; the polynomial of the k -th order will not be detected by the wavelet):

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x^k \cdot \psi(x) dx = 0 \quad (9);$$

- the degree of smoothness;
- Fourier image;
- Compactness of the carrier;
- Symmetry;
- Orthogonality;
- Complexity.

Despite the existence of many criteria, the problem of choosing the wavelet for concrete problem is still a fundamental problem. In practice, there is no definite criteria. Most often, such criteria is to obtain better results using one of the wavelet function [9].

Conclusions

Thus, in this article presented comparative analysis of Fourier and wavelet transforms. There was presented some general statements of the spectrogram gird calculation for preprocessing the signal for further classification problem solving.

Support

Financial support for this work was provided by the Innovation support fund (grant 9978GU/2015 program UMNİK).

REFERENCES

- [1] Haddad S., Serdijn W., Ultra Low-Power Biomedical Signal Processing: An Analog Wavelet Filter Approach for Pacemakers. – Springer, 2009. – 221 p.
- [2] Vassilikos V.P., Mantziari L., Dakos G., Kamperidis V., Chouvarda I., Chatzizisis Y.S., Kalpidis P., Theofilogiannakos E., Paraskevaidis S., Karvounis H., Mochlas S., Maglaveras N., Styliadis I.H., QRS analysis using wavelet transformation for the prediction of response to cardiac resynchronization therapy: A prospective pilot study// Journal of Electrocardiology volume 47 (2014) // 59 – 65 pp.
- [3] Xia X., Couderc J.-P., McNitt S., Zareba W., Predicting Effectiveness of Cardiac Resynchronization Therapy based on QRS Decomposition using the Meyer Orthogonal Wavelet Transformation // Computing in Cardiology volume 37 (2010) // 983 - 986 pp
- [4] Litvinov A.V. Norm in medical practice (reference manual) - M.: MEDpress, 2001. - 144 p.
- [5] Nyquist H. Certain topics in telegraph transmission theory // Trans. AIEE, vol. 47 (Apr. 1928) // 617 – 644 pp.
- [6] Todorovska M.I. Report CE 01-07: Estimation of instantaneous frequency of signals using the continuous wavelet transform. – US, CA, Los Angeles: University of Southern California Department of Civil Engineering, December, 2001 (Revised January, 2004). – 55 p.
- [7] Dyakonov V.P. Wavelets. From theory to practice. - M .: SOLON-R, 2002. - 448 p.
- [8] Smolentsev N.K. Fundamentals of the theory of wavelets. Wavelets in Matlab. - Moscow: DMK-Press, 2014. - 628 p.
- [9] Runova E.V. Wavelet-analysis of variability of a heart rate in an estimation of a functional condition of regulatory systems of an organism of the person: the dissertation of a Cand.Biol.Sci 03.00.13. - Nizhny Novgorod, 2008. - 160 p.

РАСЧЕТ НАГРУЗКИ В КОНФИГУРАЦИИ «1С:УНИВЕРСИТЕТ ПРОФ»

Аннотация. В статье исследуются проблемы бизнес-процесса расчета нагрузки в информационной системе «1С Университет ПРОФ».

Ключевые слова: норма нагрузки, распределение поручений, контингент.

Программный продукт «1С:Университет ПРОФ» представляет собой решение для автоматизации управленческой деятельности в учреждениях высшего образования.

Цель: изучить работу конфигурации «1С:Университет ПРОФ» для дальнейшей модификации.

Распределение учебной нагрузки преподавателей в конфигурации «1С:Университет ПРОФ, редакция 2.0» происходит в документе «Распределение поручений». Нагрузка рассчитывается и назначается по правилам и нормам, установленным в университете. Документ «Распределение поручений» (см. Рисунок 4) предназначен для закрепления определенного количества часов учебной нагрузки за преподавателями кафедры. [1]

Хранение нормативных данных для расчета нагрузки в конфигурации «1С Университет ПРОФ»

При работе с распределением нагрузки необходимо хранить информацию о правилах расчета количества учебных часов в соответствии с типом учебной нагрузки для этого используются справочники «Правила расчета», «Виды контроля», «Виды нагрузки» и регистр сведений «Нормы часов для видов контроля». Информация для этих справочников и регистра вносится из нормативов времени для расчета объема учебной работы, выполняемой профессорско-преподавательским составом в Тюменском

государственном университете, которая формируется на основе приказов: от 13.05.2014 № 283 «О нормах учебной нагрузки», от 12.11.2014 № 595-1 «О нормах учебной нагрузки», от 30.12.2014 № 705-1 «О нормах учебной нагрузки», от 04.02.2015 № 23-1 «О нормах учебной нагрузки» и от 16.06.2015 № 299-1 «О нормах учебной нагрузки». [5]

Формирование учебного плана в конфигурации «1С Университет ПРОФ»

Одним из важнейших этапов при расчёте учебной нагрузки на кафедры является составление учебного плана. Этот документ регламентирует содержание учебного процесса. В конфигурации «1С: Университет ПРОФ» объектом, соответствующим данному документу является документ «Учебный план». Данный объект хранит информацию о:

- графике учебного процесса;
- количестве часов, отведённых на изучение каждой из дисциплин и о закреплении дисциплин за кафедрами;
- датах проведения экзаменов, зачётов, защит отчётов и т.д.;
- результатах учебного процесса, какими компетенциями овладеет выпускник данной образовательной программы.

Рассмотрим основные этапы жизненного цикла объекта «Учебный план» в конфигурации «1С: Университет ПРОФ».

1) Создание объекта «Учебный план».

Жизненный цикл объекта «Учебный план» в конфигурации «1С:Университет ПРОФ» начинается с его создания. Конфигурация позволяет заполнить документ полностью вручную. Также конфигурация позволяет скопировать необходимые данные с уже существующего учебного плана.

Однако, как правило, в учебный план загружается в информационную систему из XML-файла, сформированного с помощью программы «GosInsp». Однако, прежде чем создать данный документ, необходимо убедиться, что в информационной системе заполнены все необходимые справочники и

регистры. Прежде всего, это регистр сведений «Нормы часов для видов контроля» и справочник «Правила расчёта».

2) Проверка учебного плана.

После создания учебного плана необходимо проверить его на соответствие государственным стандартам. В случае если план был загружен из XML-файла предполагается, что проверка уже была проведена, поскольку программа «GosInsp» обеспечивает не только удобное заполнение учебного плана и последующую выгрузку в XML-файл, но и автоматическую проверку на соответствие стандартам.

Если же учебный план был сформирован в информационной системе «1С: Университет ПРОФ», или если в него были внесены изменения, проверку можно осуществить с помощью самой конфигурации. Для этого необходимо заполнить критерии проверки. После этого информационная система «1С:Университет ПРОФ» предоставит отчёт, в котором будут отражены все несоответствия по критериям.

Также документ можно проверить, воспользовавшись имеющейся опцией выгрузки учебного плана в XML-файл и открыв его в программе «GosInsp». Программа автоматически отобразит несоответствия государственным стандартам.

3) Утверждение учебного плана.

В случае успешной проверки, сотрудник учебного отдела утверждает учебный план. Для этого документ печатается на бумаге, с помощью имеющейся печатной формы. Документ заверяется необходимыми печатями и подписями. В информационной системе «1С:Университет ПРОФ» соответствующему документу устанавливается статус «Утвержден». При этом автоматически создаются рабочие учебные планы, каждый из которых рассчитан на определённый год обучения, за кафедрами закрепляется нагрузка в соответствии с учебным планом.

4) Отмена проведения/удаление документа.

В случае, если учебный план перестаёт быть действительным, в информационной системе «1С:Университет ПРОФ» необходимо произвести либо отмену проведения документа, либо его удаление.

Формирование контингента в конфигурации «1С: Университет ПРОФ»

Конфигурация «1С:Университет ПРОФ» предоставляет возможность учета контингента абитуриентов, студентов, аспирантов, выпускников ВУЗа. В соответствии с этапами жизненного цикла учащегося в ВУЗе, в информационной системе «1С:Университет ПРОФ» введен контроль состояния физических лиц: от «абитуриента» до «выпускника». В разрезе каждого состояния можно собирать, хранить и анализировать информацию, характерную для соответствующего этапа.

Абитуриентом является физическое лицо, поступающее в ВУЗ. Для регистрации абитуриента в информационной системе «1С:Университет ПРОФ» необходимо перейти в подсистему «Управление студенческим составом», раздел «Приказы» → «Физические лица», создать и заполнить новое физическое лицо (см. Рисунок 1).

Бажанова Юлия Евгеньевна (Физическое лицо) - 1С:Университет ПРОФ, редакция 2.0 (1С:Предприятие)

Бажанова Юлия Евгеньевна (Физическое лицо)

Записать и закрыть

Все действия

Личная информация

Код: 000000078

Фамилия: Бажанова

Имя: Юлия

Отчество: Евгеньевна

Фамилия на латинице:

Имя на латинице:

Отчество на латинице:

Фамилия не склоняется: ☐

Дата рождения: 26.05.1985

Место рождения:

Гражданство:

Национальность: Русские

Пол: Женский

Семейное положение: Не замужем

ИНН:

СНИЛС:

Место работы:

Должность:

Стаж работы в годах: 0

Стаж работы в месяцах: 0

Документы удостоверяющие личность

Тип документа	Серия	Номер	Дата начала	Дата окончания	Кем выдан	Срок действия	Запись действует с
Паспорт РФ	0101	505010	26.05.1985		Ленинского района г. Ста...	Действует Актуален	26.05.1985

Рис. 1. Создание нового физического лица

Когда физическое лицо создано, нужно присвоить ему статус «абитуриент»: перейти в подсистему «Приемная комиссия» (в разделе «Организация работы приемной кампании» Вы сможете настроить все особенности приема абитуриентов), раздел «Работа с заявлениями абитуриентов» → «Заявление поступающего» и создать заявление от только что созданного физического лица.

Для принятия на обучение существующего физического лица нужно перейти в раздел «Управление студенческим составом», раздел «Приказы» → «Приказы» и создать новый приказ (см. Рисунок 2) с типом «Зачисление в вуз».

Приказ 000000001 от 15.06.2011 0:00:00 (1С:Предприятие)

Провести и закрыть | Провести | Заполнение... | Печать | Действия | Отобразить параметры

Системный номер: 000000001

Дата создания: 15.06.2011 0:00:00 | Канцелярский номер: 000000001 | Канцелярская дата: 15.06.2011

Состояние: Приказ | Тип гражданства:

Заголовок приказа:

Приказы

N	В выпуску	Физическое лицо	Зачетная книга	Дата начала	Учебный план	Форма об
1	☐	Царева Анна Борисовна	889455	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
2	☐	Баханова Юлия Евгеньевна	847882	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
3	☐	Харин Евгений Анатольевич	197969	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
4	☐	Каграманян Ромина Витал...	487982	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
5	☐	Двалишвили Георгий Генн...	998898	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
6	☐	Вешкурцев Олег Александр...	313981	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
7	☐	Красавина Марина Евгень...	475491	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
8	☐	Рябков Александр Сергеев...	315519	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
9	☐	Черенков Виталий Никола...	641329	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
10	☐	Проненко Анастасия Серге...	796196	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
11	☐	Кочергова Инна Николаев...	996292	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
12	☐	Погорелов Алексей Анатол...	762868	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
13	☐	Савельева Екатерина Влад...	644715	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
14	☐	Саенко Елена Сергеевна	934477	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
15	☐	Пonomарева Марина Леон...	846385	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
16	☐	Огорельцева Алла Владим...	951255	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
17	☐	Калинина Юлия Ивановна	387487	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Заочная
18	☐	Дирина Ирина Рубиновна	244933	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная
19	☐	Кулишов Роман Николаевич	652683	15.06.2011 0:00:00	Рабочий план 000000...	Очная

Настройка визуализации приказа

Комментарий:

Составитель: Пабыков Василий Евгеньевич

Рис. 2. Создание приказа на зачисление в ВУЗ

С помощью аналогичных приказов, но уже с типом «Перевод на следующий курс» можно последовательно перевести студента на 5-ый курс, отметим, что это будет 4 разных документа. Результат проделанной работы можно просмотреть в карточке физического лица, на закладке «История перемещений» (см. Рисунок 3).

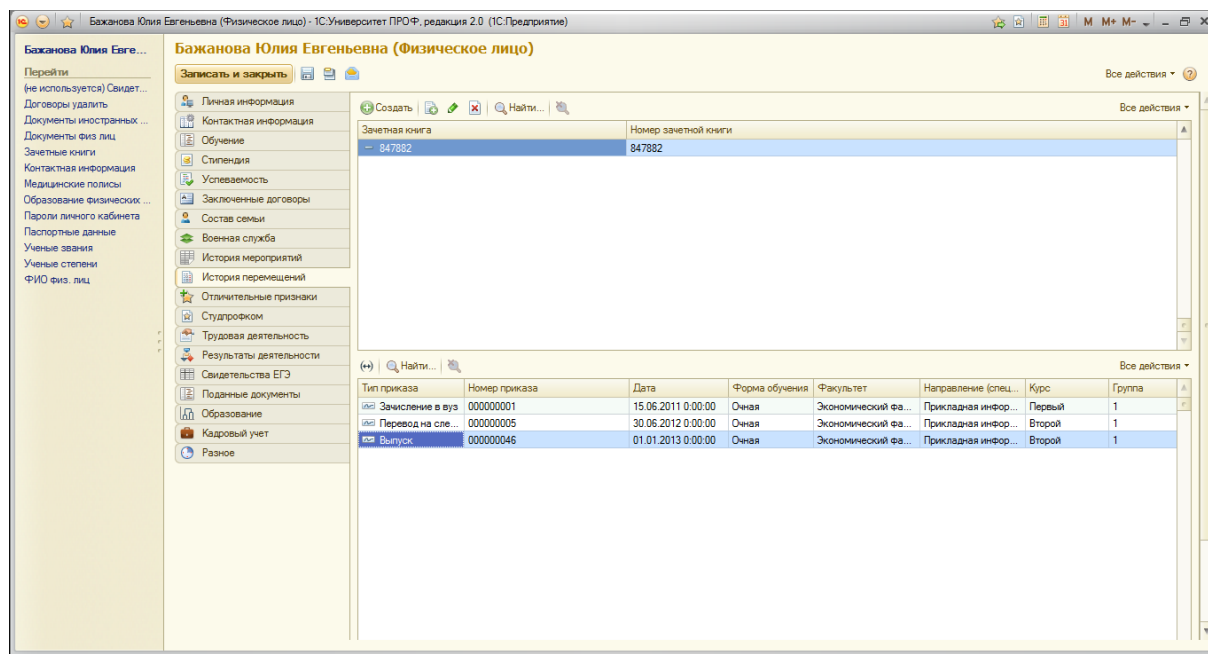


Рис. 3. История перемещений

Для того чтобы рассчитать нагрузку на кафедру планируемую в мае на следующий учебный год, необходимо сформировать контингент.

Министерство образования и науки Российской Федерации определяет на конкурсной основе количество бюджетных мест (контрольные цифры приема) на основе различных показателей эффективности деятельности ВУЗов. Ежегодно перед началом приема образовательные учреждения решают задачу планирования контингента студентов первого курса обучения, которая состоит из запрашиваемых объемов контрольных цифр приема и планируемого контингента внебюджетных студентов. [4]

Формирование студенческих потоков в конфигурации «1С:Университет ПРОФ»

1) Создание документа «Формирование контингента».

Объединение в потоки и работа с дополнительной нагрузкой происходит в документе «Формирование контингента». Для создания новой записи необходимо нажать на кнопку «Создать», откроется новый пустой документ, позволяющий сформировать потоки и добавить дополнительную нагрузку.

Форма документа «Формирование контингента» содержит области: «Записи учебного плана», «Контингент» и «Объединение». При формировании документа необходимо указать учебный год и институт, на которые формируется контингент.

Область «Записи учебного плана» заполняется автоматически на основании данных из рабочих учебных планов в соответствии с документом «Численность обучающихся на учебных планах». Поля этой области не доступны для редактирования пользователем.

С помощью кнопки «Установить фильтр» в области «Записи учебного плана» может быть произведена фильтрация данных в соответствии с одним или несколькими параметрами.

При нажатии на кнопку «Установить фильтр» открывается окно «Фильтр данных», где в строке «Дисциплина» в колонке «Значение» с помощью кнопки «...» или вводом наименования нужно выбрать дисциплину для фильтрации.

В области «Контингент» содержится информация о контингенте, которая может быть отредактирована пользователем вручную. Для того, чтобы просмотреть и редактировать данные в этой области, необходимо выделить строку в области «Записи учебного плана». Верхняя табличная часть области «Контингент» также может быть отредактирована пользователем.

В нижней табличной части в соответствии с данными документа «Учебный план» отображается следующая информация:

- наименование структурного подразделения, проводящего занятия;
- единица измерения учебной нагрузки по данной дисциплине в рамках данного вида контроля;
- количество указанных единиц измерения;
- правило расчета объема учебной нагрузки.

2) Объединение в потоки разных учебных групп.

В области «Объединение» производится объединение и разъединение (например, разделение группы на подгруппы) контингента.

Кнопка «Дополнительная нагрузка» в документе «Формирование потоков» открывает форму редактирования дополнительной нагрузки, где перечисляются все виды нагрузки, которые не содержатся в учебном плане, но которые должны пойти в нагрузку.

Дополнительная нагрузка заполняется согласно нормативным документам ВУЗа.

Формирование распределения нагрузки в конфигурации «1С: Университет ПРОФ»

Распределение учебной нагрузки по преподавателям в конфигурации «1С:Университет ПРОФ» происходит в документе «Распределение поручений». Нагрузка рассчитывается и назначается по правилам и нормам, установленным в университете. Документ «Распределение поручений» (см. Рисунок 4) предназначен для закрепления определенного количества часов учебной нагрузки за преподавателями кафедры. [1]

N	Дисциплина	Нагрузка	Вид контроля при окончании	Единица измерения	Контингент нагрузки	Всего	Бюджет	Полная оплата	Распределено
1	Мировая экономика	Лекции	Часы	Очная, Экономический факультет, Рег...	18,00	6,00	12,00	100,00	
2	Мировая экономика	Лекции	Часы	Очная, Факультет филологии и журна...	18,00	18,00		100,00	
3	Мировая экономика	Лекции	Часы	Заочная, Медико-биолого-химический ...	18,00	18,00		100,00	
4	Мировая экономика	Лекции	Часы	Очно-заочная, Физико-математический...	18,00	18,00		100,00	
5	Мировая экономика	Практические	Часы	Заочная, Медико-биолого-химический ...	16,00	16,00		100,00	
6	Мировая экономика	Практические	Часы	Очная, Факультет филологии и журна...	16,00	16,00		100,00	

N	Сотрудник	Должность	Вид занятости	Вид начисления	Ставка	Количество обучающихся	Количество
1	Александров Максим Андреевич	Заведующий кафедрой	Основное место работы	Оклад по дням	0,25 ставки		9,00
1	Айбазова Ольга Адамовна	Ассистент	Основное место работы	Оклад по дням	0,75 ставки		9,00

Итого по сотруднику: 34.00 Итого по подразделению: 267.00

Рис. 4. Документ «Распределение поручений»

На расчет нагрузки по преподавателям в системе «1С:Университет ПРОФ, редакция 2.0» влияют ФГОСы. Входными данными являются: учебный план, правила расчета, нормы часов, контингент, кафедры, преподаватели.

Распределением нагрузки по преподавателям занимается заведующий кафедрой, и в итоге он получает рассчитанную и распределённую нагрузку по преподавателям.

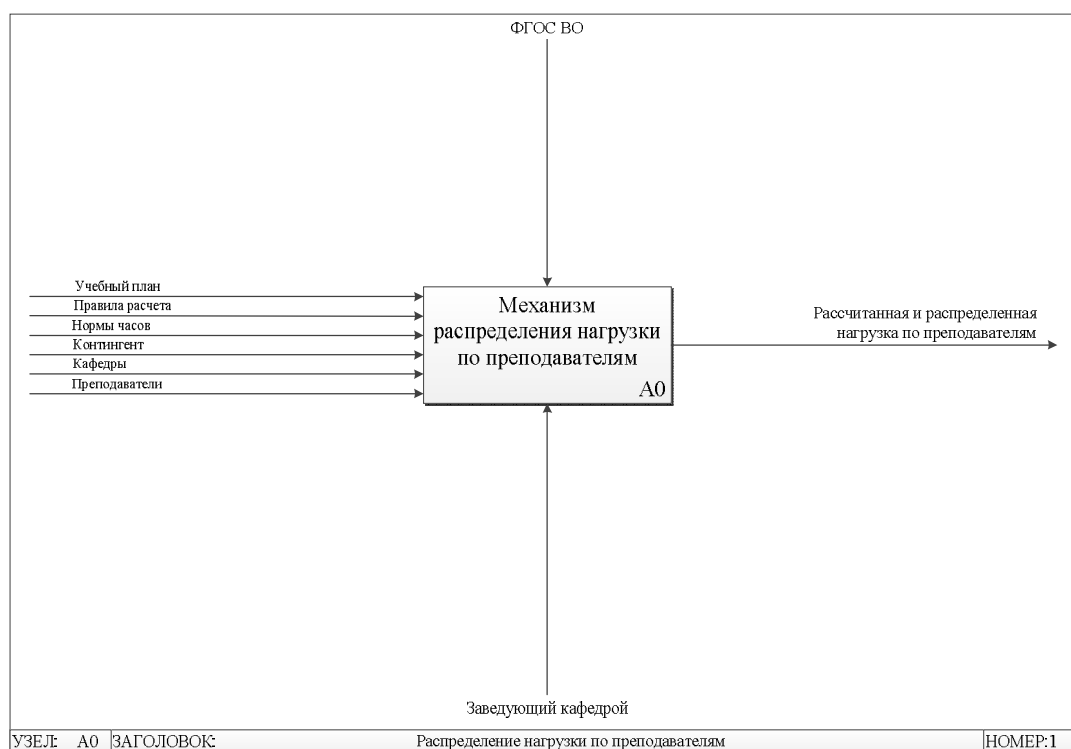


Рис. 5. Механизм распределения нагрузки по преподавателям

Заполнение документа «Распределение поручений» (см. Рис.4) происходит на основании данных документов «Формирование контингента» и «Закрепление за кафедрой». Все поля табличной части, за исключением полей «Распределено» и «% распределения» заполняются автоматически на основании документа «Формирование контингента» и не редактируются пользователем.

Вызов всех основных процедур осуществляется из модуля формы документа «Распределение поручений». Расчет количества часов происходит в общем модуле «Расчет Часов» в процедурах «Заполнить Документы», «Обновить Данные Расчета», «Получить Документы Распределение Поручений» и «Обновить Данные Документа Распределение».

При изучении конфигурации «1С:Университет ПРОФ» были выявлены основные этапы заполнения объектов необходимых для распределения нагрузки по преподавателям:

- 1) Заполнение справочника «Правила расчета» и регистра сведений «Нормы часов для видов контроля».
- 2) Создание, заполнение и проведение документа «Учебный план». Необходимо указать не только основные данные по дисциплинам, но и правила расчета.
- 3) Заполнение регистра сведений «Численность обучающихся на учебных планах» (для учета данных о планируемом контингенте).
- 4) Заполнение справочника «Настройки формирования контингента» на определенный учебный год.
- 5) Создание, заполнение и проведение документа «Формирование контингента» (для учета данных о фактическом контингенте должны быть проведены приказы о зачислении в вуз и движении контингента).
- 6) Создание, заполнение и проведение документа «Закрепление за кафедрой» (для закрепления каждого преподавателя за кафедрой).
- 7) Создание, заполнение и проведение документа «Распределение поручений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1С:Университет ПРОФ РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ по планированию учебной нагрузки преподавателей [Книга]. - 2016.
2. Нотации серии IDEF [В Интернете] // bpmSoft. - 10 апреля 2017 г.. - <http://bpmsoft.org/idef0-and-idef3/>.
3. Нотация IDEF0 [В Интернете] // Заметки управленца. - 10 апреля 2017 г.. - http://www.businessstudio.com.ua/bp/bs/overview/notation_idef0.php.
4. Пыхтин, А.И. Способы решения отдельных социальных проблем управления при проведении приемных кампаний в вузах / Овчинкин О.В.,

Пыхтин А.И., Емельянов И.П. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2013. № 1. С. 317-322.

5. Пыхтин, А.И. Модификации алгоритма проведения конкурса при приеме на программы высшего образования в соответствии с изменениями порядка приема в вузы России в 2015 году / А.И. Пыхтин, О.В. Овчинкин, Н.К. Зарубина, А.Г. Мезенцева // Известия ЮЗГУ. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2015. - №4 (17). – С.45-50.
6. Зарубина, Н.К. Программа для планирования контингента студентов при приеме в вуз / Н.К. Зарубина, А.И. Пыхтин, О.В. Овчинкин, А.Г. Мезенцева // Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2016610859 Российская Федерация, заявл. 25.11.2015, зарег. 21.01.2016.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОГО ИМИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА «КУСТОВАЯ ПЛОЩАДКА СКВАЖИН»

Аннотация. В статье представлены этапы разработки компьютерного имитационного тренажёра «кустовая площадка скважин»

Ключевые слова: имитационное моделирование, оптимизация распределенные информационные системы, информационные системы, тренажеры компьютерные, тренажеры моделирующие, тренажерно-моделирующие комплексы, программное обеспечение.

Современное производство характеризуется увеличивающимися темпами внедрения передовых научных, технических, организационных и экономических разработок. Постоянное увеличение доли высокотехнологичного оборудования в различных секторах производства, вместе с увеличением сложности оборудования и производственных процессов в целом, закономерно ставит задачи повышения качества тренинга специалистов работе с оборудованием. Тренинга, позволяющего специалисту принимать адекватные решения при штатных, нештатных и аварийных ситуациях, возникающих на производстве. Качество подготовки специалистов в значительной степени определяет экономическую эффективность производства (напрямую зависит от эффективности действий персонала), а также затрагивает вопросы охраны труда, промышленной и экологической безопасности.

Согласно отчетам о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), большое количество аварий и несчастных случаев в различных секторах производства вызвано не только старением основных фондов предприятий, но и человеческим фактором. Наиболее характерными причинами, согласно отчетам комиссий Ростехнадзора, являются:

- низкая технологическая дисциплина;
- неосторожные или несанкционированные действия при выполнении работ;
- слабые знания персонала относительно требований безопасности ведения работ;
- недостаточная подготовленность (психологическая и квалификационная) персонала;
- недостаточная эффективность обучения и инструктажа персонала по вопросам безопасности;
- несогласованные и ошибочные действия персонала в условиях чрезвычайной ситуации;
- неправильные действия обслуживающего персонала по ведению технологического процесса;
- ошибки персонала при проведении необходимых измерений;
- несвоевременное обнаружение предаварийной ситуации при наличии характерных признаков;
- несвоевременное принятие мер по устранению аварии;
- нарушение технологии и регламента выполнения работ;
- не предусмотрены мероприятия для ликвидации возможных аварий;
- ненадлежащее проведение инструктажа и т. д.

Помимо аварий, неверные действия обслуживающего персонала часто приводят к внеплановым остановам технологического процесса, что также является источником значительных экономических потерь предприятий.

Применение компьютерных имитаторов не требует вмешательства в производственные процессы, исключает в процессе имитации возможность возникновения реальных инцидентов и аварий в случае неверных технических и технологических решений и ошибочных действий персонала. Материальные затраты при компьютерной имитации значительно меньше, чем при выполнении аналогичных работ на реальном оборудовании. [1]

Эти факты являются одним из обстоятельств, который подчёркивает актуальность моей темы. Целью разрабатываемого тренажёра является повышение доступности кустовой площадки для отработки навыков работы, на месторождении реализованных в тренажёре. Рассмотрим задачи, которые нужно решить для достижения поставленной цели.

Задачи:

1. Создание математической модели технологических процессов;
2. Создание 3D изображений и звуков для создания условий, аутентичной площадки;
3. Создание имитации интерфейса для управления объектами автоматизации и технологическими процессами (АСУ ТП);
4. Создание модуля распределённых вычислений и симуляции для актуализации всех представлений модели;
5. Создание программной реализации модуля инструктора;
6. Программная реализация математической модели технологических процессов;

Обзор составных частей тренажёра

Рассмотрим модули, приложения и оборудование, которые участвуют в разработке и работе обучающего тренажера.

Оборудование:

1. Станок-качалка;
2. Скважина, добывающая УЭЦН;
3. Скважина, эксплуатируемая фонтанным способом;
4. Нагнетательная скважина;
5. Автоматизированная групповая замерная установка;
6. Площадка насосного агрегата типа ЦНС;
7. Сосуд работающий под давлением;
8. Блок реагентного хозяйства.

Структура многопользовательского тренажера:

Модуль синтеза 3D изображения [5] и звука [4]: Компьютерная программа, реализующая процессы передачи на основные органы восприятия пользователя программно управляемых воздействий, а также процессы получения производимых пользователем действий для последующего обеспечения реалистичной реакции имитируемой среды.



Рис. 1 3D модель кустовой площадки

Модуль имитации АСУТП: Достоверно воспроизводит интерфейс реальной системы управления объектами автоматизации и технологическими процессами. Работа с модулем имитации АСУТП выполняется аналогично реальной системе АСУТП.

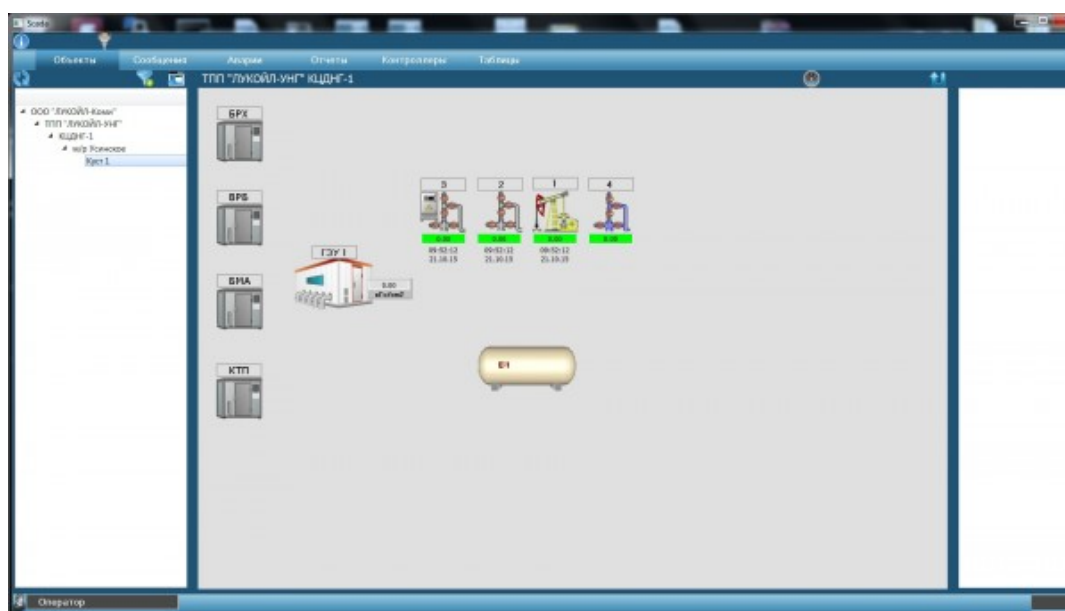


Рис. 2 Модуль имитации АСУТП

Модуль математической модели: Компьютерная программа, реализующая систему математических соотношений, описывающих с требуемой точностью

имитируемые объекты и процессы. Обеспечивает многопользовательский доступ к тренажеру и возможность интеграции тренажера в распределенную тренажерную систему, а также хранение и предоставление сохраненных сценариев.

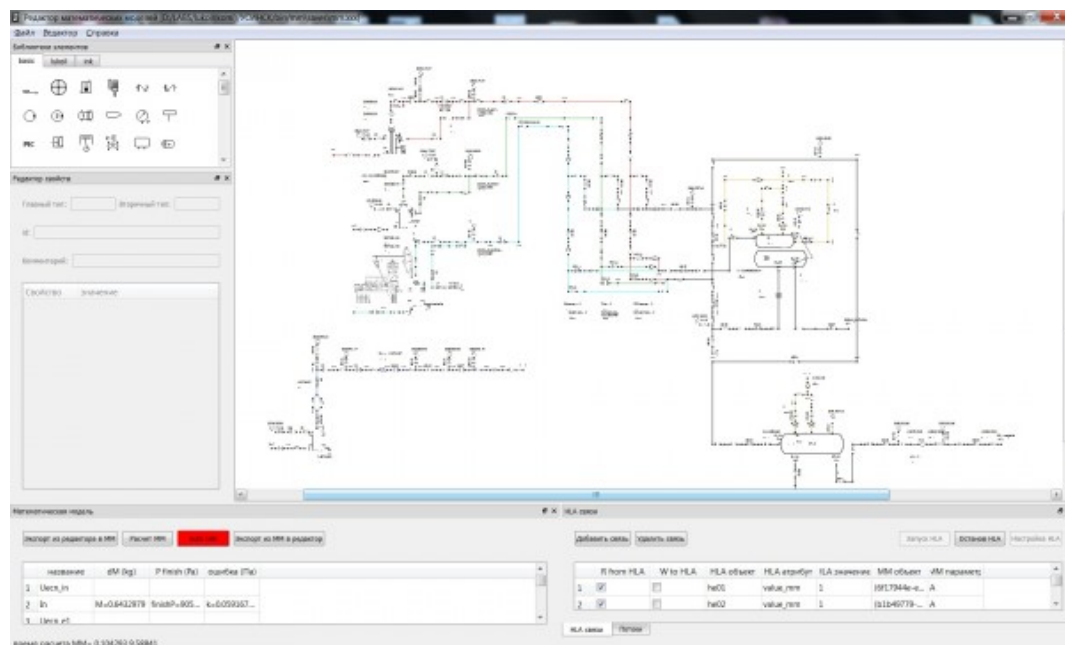


Рис. 3 Модуль математической модели

Модуль синхронизации с учебным полигоном: Компьютерная программа, обеспечивающая взаимосвязь модуля синтеза 3D изображения и звука с оборудованием учебного полигона.



Рис. 4 Фотография учебного полигона.

Модуль инструктора: Компьютерная программа, реализующая интерфейс инструктора, с помощью которого осуществляется выбор производственных ситуаций, задач и параметров оборудования.

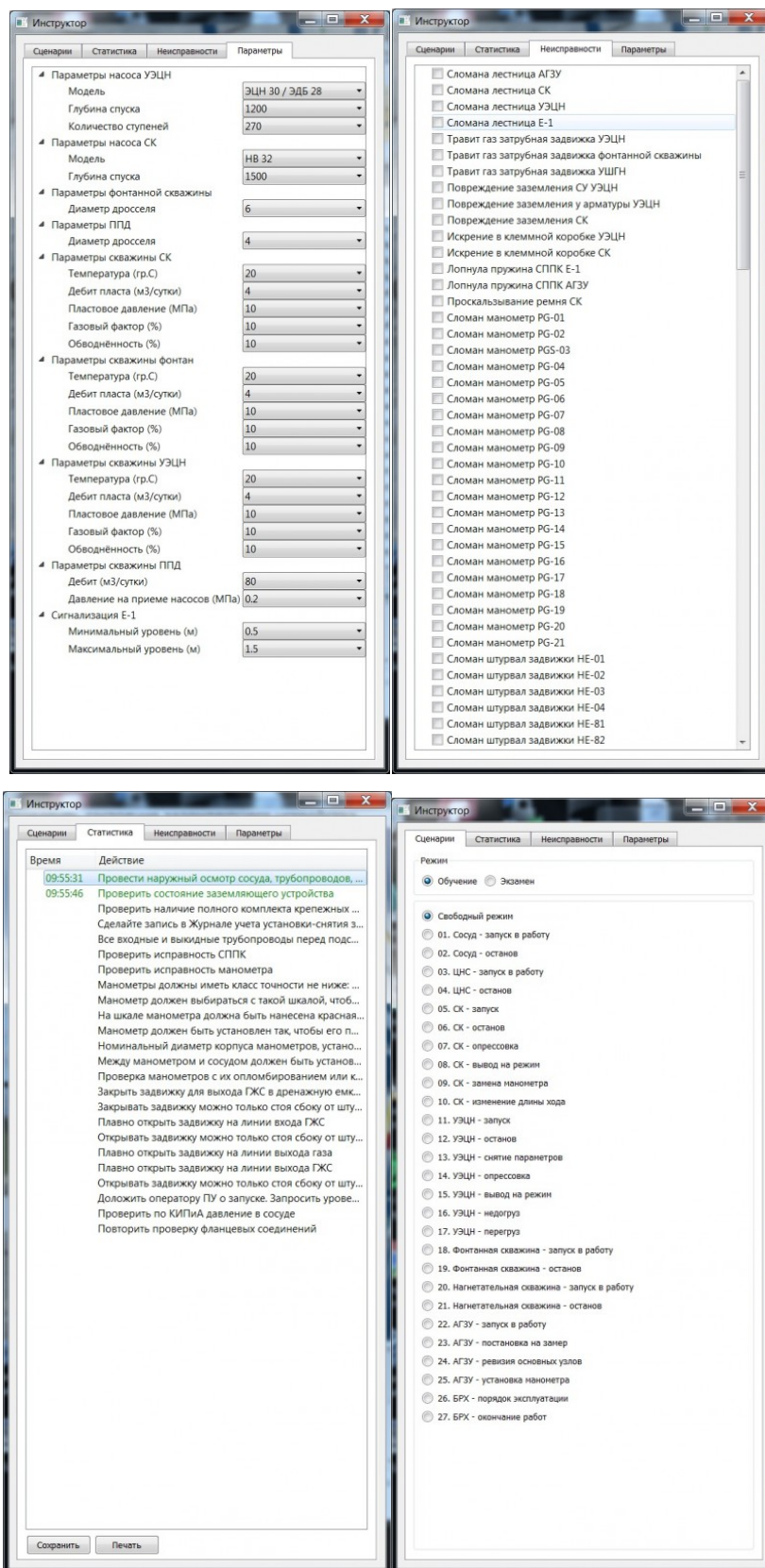


Рис. 5-8 Модуль инструктора

Редактор сценариев.

Компьютерная программа, позволяющая создавать сценарии для обучения.

Ранее реализация сценариев выполнялась путём написания скриптов на языке LUA [6], было решено оптимизировать этот процесс написав программу для создания обучающих сценариев.

Обзор редактора сценариев:

Данная программа позволяет составлять сценарии, не прибегая к языкам программирования, что ускоряет создание сценариев.

Она состоит из элементов:

1. HLA links.

Обеспечивает обращение данной программы с другими элементами тренажёра в системе федератов.

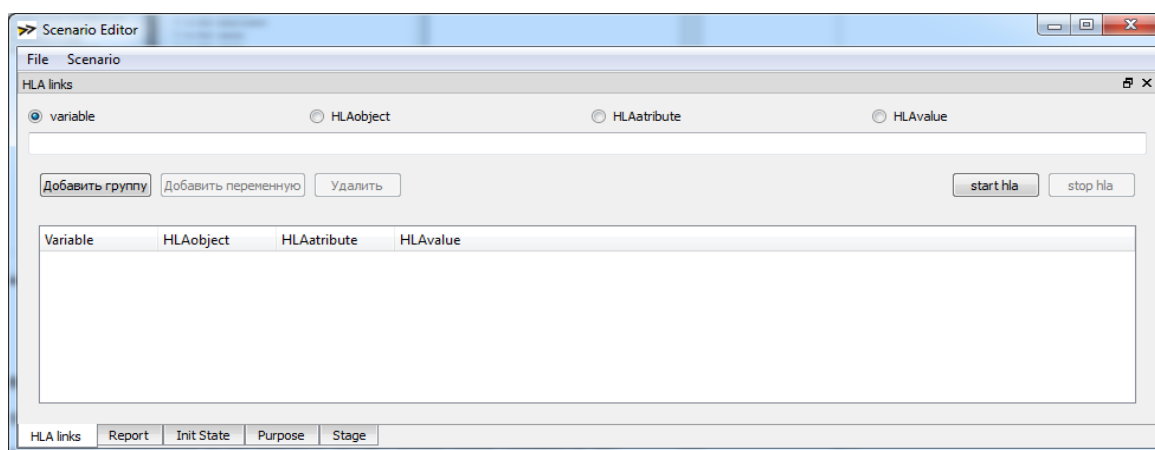


Рис. 9 Редактор сценариев вкладка HLA links

2. Report.

Отображает результаты выполнения сценария.

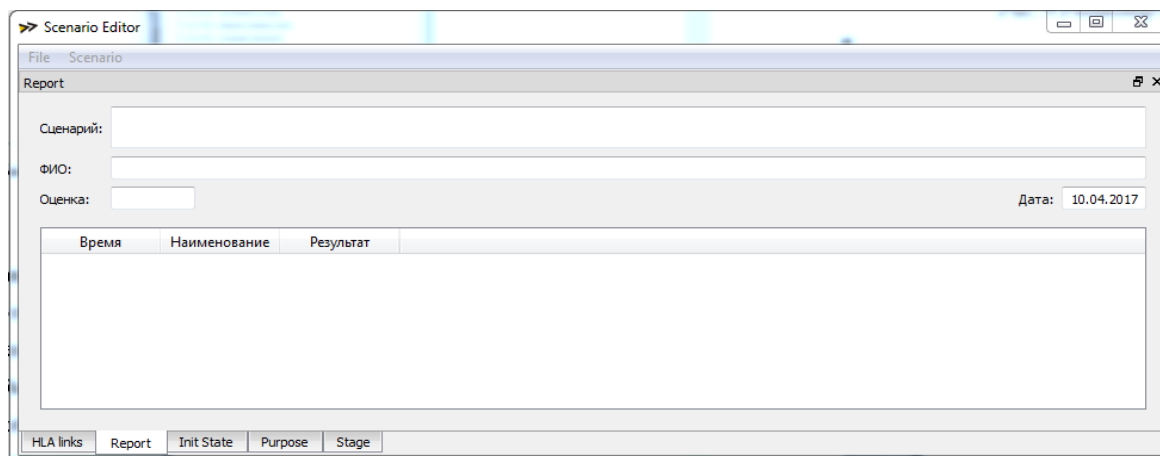


Рис. 10 Редактор сценариев вкладка Report

3. Init State.

Связывает конкретный сценарий с определённой математической моделью объекта, задаёт стартовые координаты пользователя на площадке, выводит на экран вводные инструкции по выполняемому сценарию.

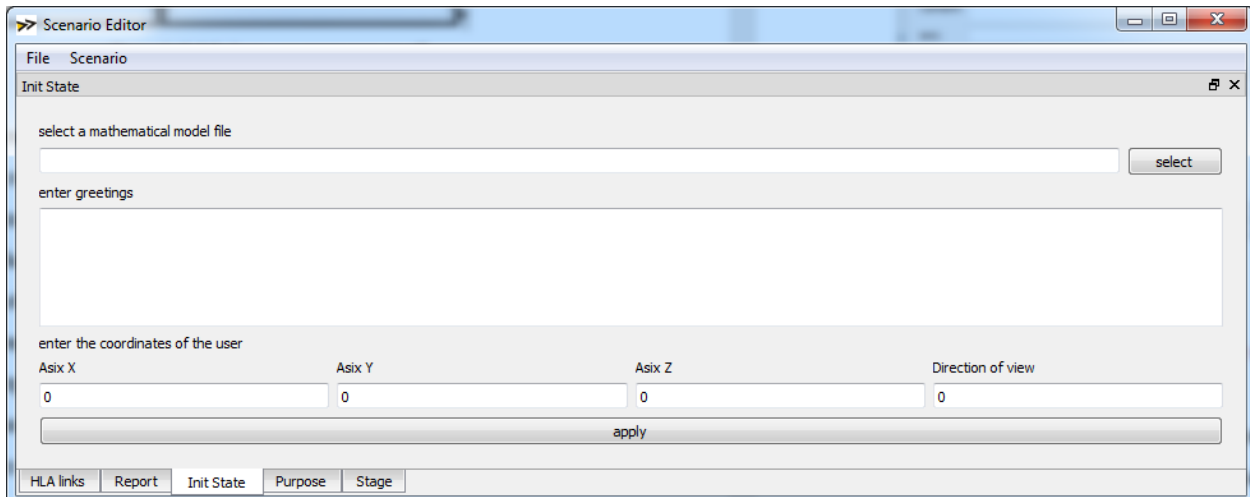


Рис. 11 Редактор сценариев вкладка Init State

4. Purpose.

Данная вкладка содержит: глобальные цели, при выполнении которых сценарий завершается и условия прохождения сценария, при нарушении условий сценарий останавливается.

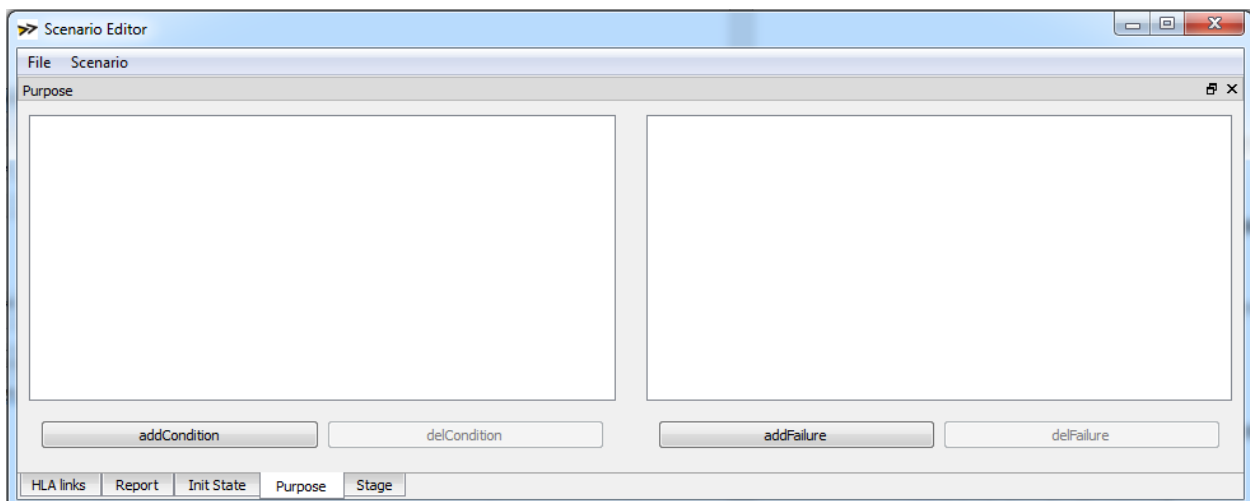


Рис. 12 Редактор сценариев вкладка Purpose

5. Stage.

Данная вкладка позволяет добавлять и редактировать шаги сценария, задавать их последовательность, выбирать их тип и добавлять условия прохождения определённой стадии сценария.

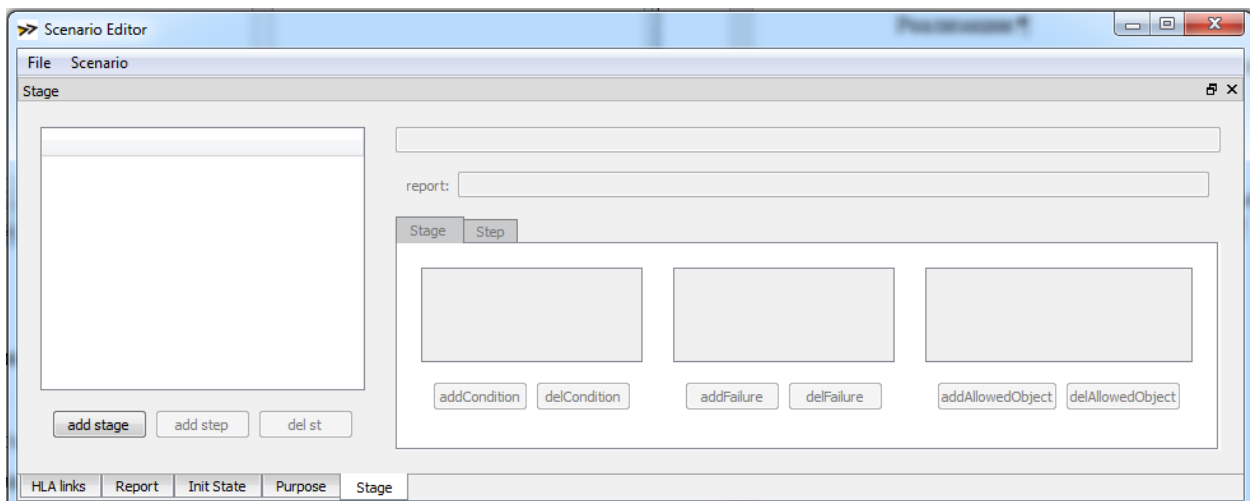


Рис. 13 Редактор сценариев вкладка Stage

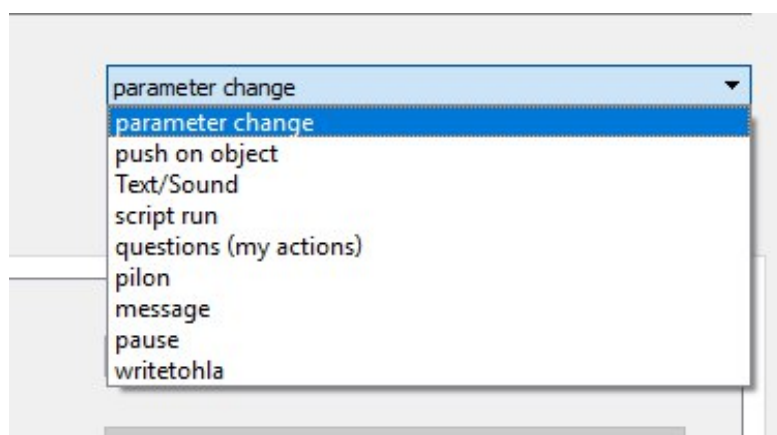


Рис. 14 Редактор сценариев типы шагов

Типы шагов:

1. Parameter change

Условие прохождения шага, связанное с изменениями физических величин в указанных аппаратах.

2. Push on object

Целью шага является нажатие на объект в 3D модели.

3. Text/sound

Вывод текста на экран/проигрывание звука.

4. Script run

Запуск скрипта, по имени который выполняет действие в 3D модели.

5. Question

Вывод вопроса на экран с 4 вариантами ответа.

6. Pilon

Ставит в 3D пилон который указывает позицию куда нужно переместиться.

7. Pause

Останавливает выполнение сценария на заданный промежуток времени.

8. Write HLA

Выставляет указанные параметры у объекта на сервере.

Реализация.

Программа для редактирования и создания сценариев для обучающего имитационного тренажёра реализована на языке C++ [2] с использованием библиотеки Qt 5.1.1.

Демонстрация элементов программного кода.

Создание виджетов на главной форме.

```
{
    dockPurpose = new QDockWidget(tr("Purpose"), this);
    dockPurpose->setObjectName("PurposeDock");
    dockPurpose->setAllowedAreas(Qt::AllDockWidgetAreas);

    Purpose = new PurposeWidget(varGroups, purposes);
    Purpose->setObjectName("Purpose");
    dockPurpose->setWidget(Purpose);

    addDockWidget(Qt::LeftDockWidgetArea, dockPurpose);
}

//HLA
{
    dockHLATable = new QDockWidget(tr("HLA links"), this);
    dockHLATable->setObjectName("HLALinks");
    dockHLATable->setAllowedAreas(Qt::AllDockWidgetAreas);
    HLATable = new HLATableWidget(varGroups);
    HLATable->setObjectName("HLATable");
    dockHLATable->setWidget(HLATable);

    connect(this, SIGNAL(StartHLA_run(QString)), HLATable,
    SLOT(StartHLA_run(QString)));
    connect(HLATable, SIGNAL(newGroup_signal(TreeGroup)), this,
    SLOT(newGroup_slot(TreeGroup)));
    connect(HLATable, SIGNAL(newVar_signal(QString, TreeVariable)),
    this, SLOT(newVar_slot(QString, TreeVariable)));
    connect(HLATable, SIGNAL(hla_stop()), this, SLOT(hla_stop()));

    addDockWidget(Qt::RightDockWidgetArea, dockHLATable);
}

//InitState
{
    dockInitstate = new QDockWidget(tr("Init State"), this);
    dockInitstate->setObjectName("InitState");
    dockInitstate->setAllowedAreas(Qt::AllDockWidgetAreas);

    initstate = new InitState(dataInitState);
    Purpose->setObjectName("InitState");
    dockInitstate->setWidget(initstate);

    addDockWidget(Qt::LeftDockWidgetArea, dockInitstate);
}
```

```

}

//Этапы и шаги
{
    dockStage = new QDockWidget(tr("Stage"), this);
    dockStage->setObjectName("StageDock");
    dockStage->setAllowedAreas(Qt::AllDockWidgetAreas);

    Stage = new StageWidget(stagestep, varGroups);
    Stage->setObjectName("Stage");
    dockStage->setWidget(Stage);

    addDockWidget(Qt::LeftDockWidgetArea, dockStage);
}

Проверка выполнения шагов сценария.
#pragma region Выполнение этапов/шагов
for (int st = 0; st < stagestep->stages.size(); st++)
{
    if (stagestep->stages.at(st).complete == true) continue;

    if (stagestep->stages.at(st).sent == false)
    {
        if (stagestep->stages.at(st).report != "")
        {
            Report->addRecord(tr("Start stage: ") + stagestep-
>stages.at(st).report, "");
        }
        stagestep->stages.at(st).sent = true;
    }

    bool stage_condition = true;
    bool stage_failure = true;

    //цели этапа
    for (int i = 0; i < stagestep->stages.at(st).conditions.size(); i++)
    {
        for (int g = 0; g < varGroups->Variables.size(); g++)
        {
            if (varGroups->Variables.at(g).discription != stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).group) continue;

            for (int v = 0; v < varGroups-
>Variables.at(g).variables.size(); v++)
            {
                if (varGroups-
>Variables.at(g).variables.at(v).discription != stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).variable) continue;

                //bool
                if (stagestep->stages.at(st).conditions.at(i).type
== ConditionAndFailureClass::boolean)
                {
                    bool hla_v = false;
                    if (varGroups-
>Variables.at(g).variables.at(v).hla_value > 0) hla_v = true;

                    if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).boolean_value == hla_v)
                    {
                        //complete
                        stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = true;

```

```

        }
        else
        {
            //not complete
            stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = false;
        }
    }
    //number
    if (stagestep->stages.at(st).conditions.at(i).type
== ConditionAndFailureClass::number)
    {
        double          hla_v          =          varGroups-
>Variables.at(g).variables.at(v).hla_value;

        if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).number_type
ConditionAndFailureClass::number_left)
        {
            if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).leftNumber_value <= hla_v)
            {
                stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = true;
            }
            else
            {
                stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = false;
            }
        }
        if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).number_type
ConditionAndFailureClass::number_right)
        {
            if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).rightNumber_value >= hla_v)
            {
                stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = true;
            }
            else
            {
                stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = false;
            }
        }
        if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).number_type
ConditionAndFailureClass::number_both)
        {
            if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).leftNumber_value <= hla_v &&
>stages.at(st).conditions.at(i).rightNumber_value >= hla_v)
            {
                stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = true;
            }
            else
            {
                stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete = false;
            }
        }
    }

```

```

        }
    }

    if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete == false) stage_condition = false;

    QList<QListWidgetItem *> items = Stage-
>listCondition->findItems(stagestep->stages.at(st).conditions.at(i).discription,
Qt::MatchExactly);

    if (items.size() > 0) {
        if (stagestep-
>stages.at(st).conditions.at(i).complete == true)
        {
            items.at(0)-
>setForeground(Qt::darkGreen);
        }
        else
        {
            items.at(0)->setForeground(Qt::red);
        }
    }

    break;
}
break;
}
}

```

Заключение

Имея реализованный имитационный компьютерный тренажёр, который будет в точности повторять аутентичную площадку, открываются большие возможности для обучения персонала порядку действий по технологическому регламенту, действиям при возникновении аварийных ситуаций на объектах и получения навыков работы на имитируемом оборудовании. Также имитационный компьютерный тренажёр решает проблему доступности промышленных объектов для обучаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаммер М.Д. Сызранцев В.Н. Имитаторы на базе программно-аппаратной платформы в техническом образовании. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. - 271 с.
2. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++ / Г. Буч; Пер. с англ. - 2-е изд. - М.: Изд-во «Бином», СПб.: «Невский диалект», 2000.- 560 с.

3. Страуструп Б. Язык программирования C++. Спец.изд./ Б. Страуструп; пер. с англ. - М.: Изд-во Бином, СПб.: Невский диалект, 2000. – 1099 с.
4. Современные звуковые технологии в играх [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://www.ixbt.com:80/multimedia/sound-technology-in-games-2003>
5. Хилл Ф. OpenGL. Программирование компьютерной графики / Ф. Хилл. - СПб.: Питер, 2002.- 1088с.
6. Эйнджел Эдвард. Интерактивная компьютерная графика. Вводный курс на базе OpenGL, 2 изд.: Пер. с англ / Эдвард Эйнджел. - М.: Издательский дом “Вильямс”, 2001. - 592с.: ил.
7. Язык программирования Lua [Электронный ресурс]. - Электрон. дан. - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Lua>

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ГРУППЫ СКВАЖИН ПУТЕМ МИНИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ

Аннотация. Статья посвящена проблеме оптимизации работы нефтяного месторождения, включающего в себя группу добывающих и нагнетательных скважин. Отражена текущая ситуация при рассмотрении вопросов эксплуатации скважин с УЭЦН. В статье проанализирован путь решения проблемы с точки зрения эксплуатационных затрат. Для этого предлагается применение модели нефтяного коллектора.

Ключевые слова: оптимизация, нефтеносный коллектор, скважина, установка электроцентробежных насосов, эксплуатационные затраты, математическая модель.

Нестабильность цен на мировом рынке энергоносителей в настоящее время приводит к тому, что рентабельность нефтяных месторождений существенно снижается. Этот факт ставит перед исследователями задачу поиска возможностей снизить издержки и материальные потери при разработке и эксплуатации нефтяных месторождений.

Решение данной задачи обуславливается более рациональным использованием технологического оборудования нефтяных промыслов как при этапе нефтедобычи, так и при подготовке транспорта нефти. Как известно, именно этап нефтедобычи ввиду его ресурсоемкости в первую очередь требует грамотного планирования и освоения для максимизации продуктивности всего нефтедобывающего комплекса. Поэтому оптимальность использования скважинного оборудования, рациональность расходования его ресурса и соблюдение политики энергосбережения приобретают особую актуальность в сложившейся ситуации [1].

В Западносибирском регионе значительная часть скважин эксплуатируются при помощи электроцентробежных насосных установок (УЭЦН). В рамках данного исследования предлагается рассматривать нефтяное месторождение с группой скважин, оборудованных УЭЦН, устройствами управления и прилегающей зоной пласта в целом как объект управления. Это позволит использовать более общий подход к решению задачи оптимизации с точки зрения минимизации эксплуатационных затрат.

В периодической печати проблема эффективной эксплуатации УЭЦН и управления режимами ее работы активно обсуждается и становится предметом многих научных исследований. Современное ее состояние отражено в работах [2,3,4,5,6] таких авторов, как Сипайлов В.А, Гареев А.А., Козлов В.В., Ведерников В.А., Соловьев И.Г., Комелин А.В., и др. Но при этом стоит отметить, что исследователями практически не рассматривается управление группой скважин с применением УЭЦН с точки зрения эксплуатационных затрат.

В исследовании В.В. Козлова, Н.В. Лапик, Н.В. Поповой [1] на примере системы «УЭЦН-скважина», включающую в себя совокупность технологического оборудования, устройств управления и самой скважины с прилегающей зоной пласта, рассмотрено понятие удельных эксплуатационных затрат на полном интервале межремонтной эксплуатации скважины. Но расчет и оптимизация параметров эксплуатации одной скважины на месторождении, содержащем большую популяцию установок ЭЦН, не учитывает случайные воздействия ξ_i , создаваемые группой установок на нефтяной промысел. Расширение понятия эксплуатационных затрат на группу скважин позволит уточнить характер таких воздействий, и, как следствие, учесть данные параметры при расчете удельных эксплуатационных затрат M .

Для расчета удельных эксплуатационных затрат для группы скважин, необходима модель системы, позволяющая определить зависимость между входными и выходными параметрами установок. Для нефтеносного коллектора

построение модели управления позволит оценить эксплуатационные затраты и разработать принципы и методы их минимизации.

Очевидно, что для построения модели управления нет необходимости использовать сложные численно-аналитические методы моделирования процессов фильтрации, принятые в подземной гидромеханике. Наоборот, желательно использовать максимально простые модели, вместе с тем сохраняющие (в некотором приближении) статические и динамические характеристики моделей более высокого порядка. Построение таких редуцированных моделей достаточно подробно рассмотрено в серии работ исследователей Соловьева И.Г. и Распопова Р.В. [7, 8, 9].

При использовании любой модели большое значение имеет её точность, определяющая правильность построения модели как таковой. Модель с большим количеством параметров потребует от вычислительной машины большого расхода ресурсов, что может привести к большим время- и энергозатратам, либо, при малой мощности машины, вовсе привести к остановке её работы. Поэтому, целесообразно при разработке модели учитывать её ресурсоёмкость.

Имитировать нефтеносный коллектор модель призвана при помощи уравнений, описывающих однофазную фильтрацию между квадратными элементами коллектора. Выбор квадратной формы позволит динамически изменять размерность (масштабирование) модели, что допустит огрублять неиспользуемые участки и уточнять исследуемые. Это решение позволяет рассматривать месторождение с группой скважин как отдельную изолированную область, в которой несколько смежных зон и их влияние друг на друга по принципу суперпозиции можно рассматривать как одну большую зону с новым набором характеристик. При этом, для граничащих с большей зоной участков характер взаимодействия не изменяется. Это позволяет рассматривать проблему минимизации эксплуатационных затрат при использовании модели управления нефтеносным коллектором со сравнительно меньшей ресурсоемкостью.

Для решения проблемы поставлены следующие задачи:

- 1) Анализ нефтяного месторождения как объекта управления. При этом не рассматриваются отдельные скважины с установками ЭЦН. Предполагается, что в рассматриваемой области месторождения осуществляется контроль всей группы скважин.
- 2) Разработка модели управления нефтеносного коллектора при помощи уравнений, описывающих однофазную фильтрацию между квадратными элементами коллектора.
- 3) Анализ полученного результата и разработка рекомендаций для дальнейшего развития исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов В.В. Оптимизация эксплуатационных затрат при управлении установкой электроцентробежных насосов / Козлов В.В., Лапик Н.В., Попова Н.В. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2016. – №6. – С. 43-48.
2. Сипайлов В.А. Оптимизация режимов работы установок электроцентробежных насосов механизированной добычи нефти: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.09.03 / Сипайлов В. А.; – Томск, 2009. – 196 с.
3. Гареев А.А. Исследование теплового состояния электроцентробежного насоса низкой производительности и разработка способа защиты от перегрева: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.04.14 / Гареев А. А.; – Уфа, 2011. – 144 с.
4. Ведерников В.А. К стратегии управления системой «скважина-УЭЦН», содержащей преобразователь частоты / Ведерников В.А., Гапанович В.С., Козлов В.В. // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2007. – № 5. – С. 50-53.
5. Соловьев И.Г. Управление параметрами обустройства и режимом эксплуатации скважины с погружным электронасосом / Соловьев И.Г.,

- Субарев Д.Н. // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2012. – №7. – С. 15-21.
6. Комелин А.В. Интеллектуальная автоматизированная система управления установкой электроцентробежного насоса: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06. – Уфа, 2006. – 145 с.
7. Распопов Р.В. Регуляризация оценок гидродинамических параметров нефтеносного коллектора в технологиях группового гидропрослушивания: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Распопов Р.В.; –Тюмень, 2014. – 144 с.
8. Соловьев И.Г. Техника зонального редуцирования гидродинамической модели нефтяного коллектора / Соловьев И.Г., Распопов Р.В. // Математическое моделирование. Т.26. – 2014. – № 4. – С. 21-32.
- 1.** Распопов Р.В., Соловьев И.Г. Алгоритм регуляризации оценок гидродинамических параметров локальных участков нефтеносных коллекторов // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. Т. 1. – 2015. – № 2 (2). – С. 153-162.

**К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛИЯЗЫЧНОГО
ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНАМ IT-НАПРАВЛЕНИЯ**

Аннотация. В статье рассматриваются методы использования информационных технологий для повышения качества полиязычного обучения дисциплинам IT-направления.

Ключевые слова: полиязычие, IT-дисциплины, информационные технологии.

В последнее время интенсивно развивающиеся интеграционные процессы, рост профессиональных и академических обменов, углубление международного сотрудничества стимулировали поступательное развитие иноязычного образования. Основной целью полиязычного образования является формирование межкультурно-коммуникативной компетенции обучающихся. Структура межкультурно-коммуникативной компетенции отражает характер образовательной компетенции и представляет собой сложное личностное образование, включающее знания о соответствующих культурах, умения и навыки практического применения этих знаний, а также совокупность качеств личности, способствующих реализации этих знаний, умений и навыков, и, наконец, практический опыт их использования в ходе взаимодействия с представителями иной культуры.

В условиях глобализации темп и характер трансформации политической, экономической и культурной систем во многом зависят от языковых и этнокультурных условий, специфичных для каждой отдельно взятой страны.

Казахстан, являясь полиэтническим и поликонфессиональным государством, заявил одним из приоритетных направлений развития среднего, высшего и послевузовского образования политику «Триединство языков». Следует отметить, что практически во всех документах в области языковой

политики стрелковой идеей является необходимость овладения несколькими языками. В целях обеспечения конкурентоспособности страны и ее граждан государством предложена поэтапная реализация культурного проекта «Триединство языков», согласно которому необходимо развитие трех языков: казахского как государственного языка, русского как языка межнационального общения и английского как языка успешной интеграции в глобальную экономику.

В этих условиях актуализируется проблема становления и развития полиязычного образования, в том числе вопросы разработки его теоретико-методологических оснований.

Системный анализ соответствующей научной литературы [1], [2], законодательных актов в области языка и образования, изучение учебной документации вузов позволяют сформулировать следующие противоречия между:

потребностью государства в воспитании полиязычной личности и отсутствием системы полиязычного образования;

необходимостью научного-методического подхода к разработке системы полиязычного образования отсутствием ее нормативно-правового обеспечения;

потребностью в обосновании необходимости систематизации и совершенствования нормативно-правовой и научно-методической базы полиязычного образования и неразработанностью его теоретико-методологических оснований.

Для решения задач и проблем, связанных с внедрением полиязычия в образование, полезно опираться на зарубежный опыт организации полиязычного образования в многоязычных странах (например, Канада, США и др.), а также труды ученых в области философии, этнологии, педагогики и этнопедагогики, социологии и этносоциологии, психологии и этнопсихологии, лингвистики и этнолингвистики.

Все вышеперечисленные проблемы порождают еще одну проблему, с которой неизбежно сталкивается руководство вуза - оптимальная

кластеризация дисциплин учебного плана по языкам преподавания. Для принятия данного решения опять же необходимо четко определиться с критериями (необходимо, как минимум, учитывать и наличие средств и ресурсов (кадровых, библиотечных и т.п.), и целевые индикаторы подготовки будущего специалиста).

Преподаватель неизбежно сталкивается как с общими, так и с частными проблемами методики преподавания дисциплины на неродном языке (как правило, как для самого преподавателя, так и для студентов).

Исходя из вышесказанного, проблемы разработки единых целей, содержания, методики интегрирования полиязычия в процесс обучения, разработки четкой модели интеграции, методов, организационных форм и средств, частных методик обучения в рамках образовательной среды в настоящее время являются малоизученными.

Авторы статьи считают, что в рамках реализации полиязычия высшем образовании в класс дисциплин, преподаваемых на английском языке, необходимо в первую очередь включать IT-дисциплины. Основными областями взаимопроникновения IT-дисциплин и английского языка можно рассматривать следующие: английский язык - одна из основных знаковых систем информатики; информатику и английский язык можно рассматривать в данном контексте не только как самостоятельную цель обучения, но и как средство получения знаний в других областях; информатика, также как и языки, изучает средства коммуникации (обмен информацией).

В соответствии с вышеизложенным, одними из актуальных и перспективных направлений научных исследований для современного образования являются направления, связанные с разработкой методик и технологий преподавания IT-дисциплин на английском языке.

В настоящее время информационные технологии используются уже практически на всех этапах процесса обучения: в процессе объяснения новой темы, для закрепления, повторения, при контроле знаний. Проанализировав литературу, можно сделать вывод, что для эффективного проведения

полиязычного занятия необходимо использовать разные виды деятельности: работа со словарями, электронными учебниками, таблицами и схемами, тестами, аудио-, визуальные средствами.

В условиях слабой общей и языковой подготовки студентов и небольшого количества лекционных часов применение информационно-коммуникационных технологий позволит существенно повысить качество полиязычного обучения. Использование электронных средств даст возможность выстроить собственную траекторию обучения как непосредственно по изучаемой специальности, так и по языковой подготовке. Кроме того, обучающийся с помощью информационно-коммуникационных технологий может заниматься в удобном для него месте, в удобное для него время.

Авторы считают, что модель полиязычного обучения с использованием информационных технологий должна предполагать возможности осуществления:

- постоянного доступа материалов лекционных и лабораторных занятий;
- онлайн общения (чат, форум, блог, и т.п.);
- организации индивидуальных и групповых проектов (что развивает навыки поиска, анализа информации, учит работать в команде, правильно распределять обязанности и нести ответственность за принятые решения);
- использования аудио и видеолекций, которые делают процесс обучения простым и более насыщенным.

Авторами был проведен тщательный содержательный и структурный анализ существующих на данный момент электронных учебников по IT – дисциплинам. В подавляющем большинстве существуют версии учебников по многим дисциплинам данного направления на одном из трех языков – казахском, английском или русском. В рамках формирования полиязычной

личности необходима разработка и полиязычных учебников – учебников, синхронизированных на трех языках.

На основании вышеизложенного, авторами сделан вывод, что исследования в области разработки и апробации полиязычных электронных учебников и методик их применения в рамках полиязычного обучения являются актуальными, перспективными и отвечающими современным запросам общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жетписбаева Б. А. Полиязычное образование: теория и методология. – Алматы: Білім, 2014. – 343 с.
2. Асанова Д.Н. Языковая образовательная среда: теория и практика организации самостоятельной работы студентов. – Караганда: Изд-во КарГУ, 2015. – 280 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ТИПА КОЛМОГорова-ФИШЕРА

Аннотация. Рассматриваются популяционные модели двух конкурирующих популяций с двойной нелинейной диффузией и с переменной плотностью, которые описываются нелинейной системой конкурирующих особей. Выявлены новые свойства, такие как конечная скорость распространения, локализация вспышек в определенном ареале.

Ключевые слова: Нелинейные задачи, биологическая популяция, диффузия, локализация, переменная плотность.

1. Введение

Популяционные модели изучаются давно [1-8]. Первая такая работа была выполнена, Фишером, Гаузе, а математическое обоснование было выполнено Колмогоровым, Петровским (КПП) и Пискуновым (1937) в известной работе (см.[8] и литературу там). Их интересовала поведение скорости волновых решений и получена оценка скорости распространение волны. Затем появились другие модели популяции. В последние годы интенсивно стали изучаться нелинейные модели с учетом диффузии и выявлены новые свойства конечной скорости распространения диффузионных волн (см. [3] и приведенную там литературу). Нами предложены популяционные модели двух конкурирующих популяций с двойной нелинейной диффузией и с переменной плотностью, которые описываются нелинейной системой конкурирующих особей [9-14]. Выявлены новые свойства, такие как конечная скорость распространения, локализация вспышек в определенном ареале. В частности, в критическом случае получена оценка скорости типа КПП обобщающий их результат.

2. Постановка задачи. В данной работе исследуются свойства решений задачи биологической популяции типа Фишера-Колмогорова в случае

переменной плотности. Основным методом исследования является автомодельный подход. Рассмотрим в области $Q=\{(t,x): 0 < t < \infty, x \in \mathbb{R}\}$ параболическую систему двух квазилинейных уравнений реакции-диффузии

$$\begin{cases} \frac{\partial(\rho(x)u_1)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_1 |x|^n u_2^{m_1-1} \left| \frac{\partial u_1}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u_1}{\partial x} \right) + \rho(x)k_1 u_1 (1 - u_1^{\beta_1}), \\ \frac{\partial(\rho(x)u_2)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_2 |x|^n u_1^{m_2-1} \left| \frac{\partial u_2}{\partial x} \right|^{p-2} \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) + \rho(x)k_2 u_2 (1 - u_2^{\beta_2}), \end{cases} \quad (1)$$

$$u_1|_{t=0} = u_{10}(x), \quad u_2|_{t=0} = u_{20}(x), \quad (2)$$

которое описывает процесс биологической популяции типа Колмогорова-Фишера в нелинейной двухкомпонентной среде, коэффициенты взаимной диффузии которых соответственно равны $D_1 |x|^n u_2^{m_1-1} \left| \frac{\partial u_1}{\partial x} \right|^{p-2}$, $D_2 |x|^n u_1^{m_2-1} \left| \frac{\partial u_2}{\partial x} \right|^{p-2}$. Числовые параметры $m_1, m_2, n, p, \beta_1, \beta_2, D_1, D_2$ - положительные вещественные числа, $\beta_1, \beta_2 \geq 1$, $\rho(x) = |x|^{-l}$, $l > 0$; $u_1 = u_1(t, x) \geq 0$, $u_2 = u_2(t, x) \geq 0$ - искомые решения.

Будем изучать свойства решений задачи (1), (2) на основе автомодельного анализа решений системы уравнений построенного методом нелинейного расщепления и эталонных уравнений и приведением системы (1) к радиально симметрическому виду.

Тогда относительно $f_i(\xi)$ получим систему автомодельных уравнений

$$\begin{cases} \xi^{1-s} \frac{d}{d\xi} (\xi^{s-1} f_2^{m_1-1} \left| \frac{df_1}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{df_1}{d\xi}) + \frac{\xi}{p} \frac{df_1}{d\xi} + \mu_1 f_1 (1 - f_1^{\beta_1}) = 0, \\ \xi^{1-s} \frac{d}{d\xi} (\xi^{s-1} f_1^{m_2-1} \left| \frac{df_2}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{df_2}{d\xi}) + \frac{\xi}{p} \frac{df_2}{d\xi} + \mu_2 f_2 (1 - f_2^{\beta_2}) = 0. \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{где } \mu_1 = \frac{1}{(1 - [\gamma_1(p-2) + \gamma_2(m_1-1)])} \text{ и } \mu_2 = \frac{1}{(1 - [\gamma_2(p-2) + \gamma_1(m_2-1)])}.$$

Система (4) имеет приближенное решение вида

$$\bar{f}_1 = A(a - \xi^\gamma)^{n_1}, \quad \gamma = p/(p-1), \quad \bar{f}_2 = B(a - \xi^\gamma)^{n_2},$$

где A и B постоянные и

$$n_1 = \frac{(p-1)(p-(m_1+1))}{(p-2)^2 - (m_1-1)(m_2-1)}, \quad n_2 = \frac{(p-1)(p-(m_2+1))}{(p-2)^2 - (m_1-1)(m_2-1)}.$$

В данной работе на основе выше изложенной методики исследованы качественные свойства решений системы (1), на его основе решена проблема выбора начального приближения для итерационного, приводящий к быстрой сходимости к решению задачи Коши (1), (2), в зависимости от значения числовых параметров и начальных данных. Для этой цели как начальное приближение использовались найденные нами асимптотические представление решения. Это позволило, выполнить численный эксперимент и визуализацию процесса, описываемый системой (1), в зависимости от значений, входящих в систему числовых параметров.

3. Построение верхнего решения

Займемся построением верхнего решения для системы (4)

Тогда в области Q согласно принципу сравнения решений имеем

Теорема 1. Пусть $u_i(0, x) \leq u_{i\pm}(0, x)$, $x \in R$. Тогда для решение задачи (1) в области Q имеет место оценка

$$\begin{aligned} u_1(t, x) &\leq u_{1+}(t, x) = e^{k_1 t} \tau^{-\alpha_1} \bar{f}_1(\xi), \\ u_2(t, x) &\leq u_{2+}(t, x) = e^{k_2 t} \tau^{-\alpha_2} \bar{f}_2(\xi), \end{aligned} \quad \xi = \varphi(|x|) / [\tau(t)]^{1/p}$$

где $\bar{f}_1(\xi)$, $\bar{f}_2(\xi)$ и $\tau(t)$ -определенные выше функции.

Заметим что решение системы (1) при $\beta_i = \frac{(p-2)^2 - (m_1-1)(m_2-1)}{(p-1)(p-(m_1+1))}$ имеет следующее представление при

$$a = \left(P_1 \gamma / B\left(\frac{1}{\gamma}, 1 + n_1\right) \right)^{\frac{\gamma}{n_1}} = \left(P_2 \gamma / B\left(\frac{1}{\gamma}, 1 + n_2\right) \right)^{\frac{\gamma}{n_2}}.$$

где $B(a, b)$ - Бета функция Эйлера.

Доказано что это представление является асимптотикой автомодельных решений систем (1).

$$\begin{cases} \tau^{-\frac{1}{\mu_1}} \int_{-\infty}^{\infty} (a - \xi_1^\gamma)_+^{n_1} dx = P_1 \\ \tau^{-\frac{1}{\mu_2}} \int_{-\infty}^{\infty} (a - \xi_2^\gamma)_+^{n_2} dx = P_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tau^{-\frac{1}{\mu_1}} \int_{-\infty}^{\infty} (a - \xi_1^\gamma)_+^{n_1} dx = a^{\frac{n_1}{\gamma}} \frac{1}{\gamma} \int_0^1 \eta^{\frac{1}{\gamma}-1} (1-\eta)^{n_1} d\eta = a^{\frac{n_1}{\gamma}} \frac{1}{\gamma} B\left(\frac{1}{\gamma}, 1+n_1\right) = P_1 \\ \tau^{-\frac{1}{\mu_2}} \int_{-\infty}^{\infty} (a - \xi_2^\gamma)_+^{n_2} dx = a^{\frac{n_2}{\gamma}} \frac{1}{\gamma} \int_0^1 \eta^{\frac{1}{\gamma}-1} (1-\eta)^{n_2} d\eta = a^{\frac{n_2}{\gamma}} \frac{1}{\gamma} B\left(\frac{1}{\gamma}, 1+n_2\right) = P_2 \end{cases}$$

Отсюда

$$a = [P_1 \gamma / B(\frac{1}{\gamma}, 1+n_1)]^{\frac{\gamma}{n_1}} = [P_2 \gamma / B(\frac{1}{\gamma}, 1+n_2)]^{\frac{\gamma}{n_2}}$$

4. Медленная диффузия

Случай $n_1 > 0, n_2 > 0, n > 0$ (медленная диффузия). Применяя метод [1] для решения уравнения (11) получим следующие функции

$$\bar{\theta}_1(\xi) = (a - \xi)_+^{n_1}, \quad \bar{\theta}_2(\xi) = (a - \xi)_+^{n_2},$$

где $a > 0$, $(y)_+ = \max(y, 0)$, $\xi < a$. Известно [1, 2], что для глобального существования решения задачи (1) функция $f(\xi)$ должна удовлетворят следующее неравенству:

$$\begin{aligned} \xi^{1-s} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{s-1} \bar{f}_2^{m_1-1} \left| \frac{d\bar{f}_1}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{d\bar{f}_1}{d\xi} \right) + \frac{\xi}{p} \frac{d\bar{f}_1}{d\xi} + \mu_1 f_1 (1 - f_1^{\beta_1}) &\leq 0, \\ \xi^{1-s} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{s-1} \bar{f}_1^{m_1-1} \left| \frac{d\bar{f}_2}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{d\bar{f}_2}{d\xi} \right) + \frac{\xi}{p} \frac{d\bar{f}_2}{d\xi} + \mu_1 f_1 (1 - f_1^{\beta_1}) &\leq 0, \\ \xi &\in (0, \infty). \end{aligned}$$

а

$$\beta_1 = 1/n_2, \quad \beta_2 = 1/n_1.$$

Возьмем функции $\bar{\theta}_1(\xi), \bar{\theta}_2(\xi)$, и покажем, что они будут асимптотикой финитных решений системы (4).

Теорема 2. Финитное решение системы (4) при $\xi \rightarrow a_-$ имеет асимптотику $f_i(\xi) \sim g_i(\xi)$.

Доказательство. Будем искать решение уравнения (4) в следующем виде

$$f_i = \bar{g}_i(\xi) y_i(\eta), \quad i = 1, 2, \quad (5)$$

где $\eta = -\ln(a - \xi)$, причем $\eta \rightarrow +\infty$ при $\xi \rightarrow a_-$, что позволяет исследовать асимптотическую устойчивость решения задачи (4) при $\eta \rightarrow +\infty$. Подставляя (13) в (11) для $y_i(\eta)$ получим следующее уравнение

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d\eta} \left(y_{3-i}^{m_i-1} \left| \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right|^{p-2} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) \right) + \left(\frac{s}{\gamma} \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} - n_i \right) \left(y_{3-i}^{m_i-1} \left| \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right|^{p-2} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) \right) + \\ & + \frac{\xi}{p} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) - \mu_i \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} y_i(\eta) (1 + e^{-n_i \beta_i \eta} y_{3-i}^{\beta_i}) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

где η определенная выше функция.

Отметим, что изучение решение последнего уравнения является равносильно изучение тех решение уравнения (4), каждое из которых в некотором промежутке $[\eta_0, +\infty)$ удовлетворяет неравенству:

$$y_i(\eta) > 0, \quad \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \neq 0.$$

Покажем, прежде всего, что решения $y_i(\eta)$ уравнения (5) имеют конечный предел y_{0i} при $\eta \rightarrow +\infty$. Введем обозначения

$$\omega_i(\eta) = y_{3-i}^{m_i-1} \left| \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right|^{p-2} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right).$$

Тогда для уравнения (6) имеем вид

$$\begin{aligned} \omega'_i &= - \left(\frac{s}{\gamma} \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} - n_i \right) \omega_i - \frac{\xi}{p} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) - \\ & \mu_i \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} y_i(\eta) (1 + e^{-n_i \beta_i \eta} y_{3-i}^{\beta_i}) \end{aligned}$$

Для анализа последнего выражения введем новую вспомогательную функцию

$$\begin{aligned} \phi(\tau, \eta) &= - \left(\frac{s}{\gamma} \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} - n_i \right) \tau - \frac{\xi}{p} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) - \\ & \mu_i \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} y_i(\eta) (1 + e^{-n_i \beta_i \eta} y_{3-i}^{\beta_i}) \end{aligned}$$

где τ - вещественное число. Отсюда нетрудно видеть, что при каждом значении τ функция $\phi(\tau, \eta)$ сохраняет знак на некотором промежутке

$[\eta_1, +\infty) \subset [\eta_0, +\infty)$ и при всех $\eta \in [\eta_1, +\infty)$ выполняется одно из неравенств

$$\omega'_i(\eta) > 0, \quad \omega'_i(\eta) < 0.$$

И поэтому для функции $\omega_i(\eta)$ существует предел при $\eta \in [\eta_1, +\infty)$. Из выражения для $\omega_i(\eta)$ следует, что

$$\begin{aligned} \lim_{\eta \rightarrow +\infty} \omega'_i(\eta) = \\ = \lim_{\eta \rightarrow +\infty} \left\{ - \left(\frac{s}{\gamma} \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} - n_i \right) \omega_i - \frac{\xi}{p} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) - \mu_i \frac{e^{-\eta}}{a - e^{-\eta}} y_i(\eta) (1 + e^{-n_i \beta_i \eta} y_{3-i}^{\beta_{3-i}}) \right\} = 0 \end{aligned}$$

Отсюда, учитывая, что

$$\xi \rightarrow a \quad \lim_{\eta \rightarrow +\infty} e^{-\eta} \rightarrow 0, \quad \lim_{\eta \rightarrow +\infty} a - e^{-\eta} \rightarrow a, \quad \omega'_i = 0$$

получим следующего алгебраического уравнения

$$\begin{aligned} n_1^{p-1} y_2^{m_1-1} |y_1|^{p-1} &= \frac{1}{p\gamma^{p-1}} \\ n_2^{p-1} y_1^{m_2-1} |y_2|^{p-1} &= \frac{1}{p\gamma^{p-1}} \end{aligned}$$

Решение последней системы дает $y_i = 1$ и в силу (6) $f_i(\xi) \sim \bar{g}_i(\xi)$.

Теорема 2 доказана.

5. Быстрая диффузия

Случай $n_1 > 0, n_2 > 0, n < 0$ (быстрая диффузия). Для (4) имеем

$$\chi_1(\xi) = (a + \xi)^{n_1}, \quad \chi_2(\xi) = (a + \xi)^{n_2},$$

где $a > 0$.

Теорема 3. При $\xi \rightarrow +\infty$ исчезающие на бесконечности решение задачи (11) имеет асимптотику $f_i(\xi) \sim \chi_i(\xi)$, $i = 1, 2$.

Доказательство. При доказательстве теоремы используется преобразование

$$f_i = \chi_i(\xi) y(\eta), \quad i = 1, 2, \quad (7)$$

где $\eta = \ln(a + \xi)$, которое приводит (11) к следующему виду

Подставляя (7) в (4) для $y_i(\eta)$ получим следующее уравнение

$$\begin{aligned} & \frac{d}{d\eta} \left(y_{3-i}^{m_i-1} \left| \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right|^{p-2} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) \right) + \left(\frac{s}{\gamma} \frac{e^\eta}{a + e^\eta} + n_i \right) \left(y_{3-i}^{m_i-1} \left| \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right|^{p-2} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) \right) + \\ & + \frac{\xi}{p} \left(\frac{dy_i}{d\eta} + n_i y_i \right) - \mu_i \frac{e^\eta}{a + e^\eta} y_i(\eta) (1 + e^{-n_i \beta_i \eta} y_{3-i}^{\beta_i}) = 0, \end{aligned} \quad (8)$$

где η определенная выше функция.

Отметим, что изучение решение последнего уравнения является равносильно изучение тех решение уравнения (4), каждое из которых в некотором промежутке $[\eta_0, +\infty)$ удовлетворяет неравенству:

$$y_i(\eta) > 0, \quad \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \neq 0.$$

Покажем, прежде всего, что решения $y_i(\eta)$ уравнения (8) имеют конечный предел y_{0i} при $\eta \rightarrow +\infty$. Введем обозначения $\omega_i(\eta) = y_{3-i}^{m_i-1} \left| \frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right|^{p-2} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right)$.

Тогда для уравнения (7) имеем вид

$$\omega'_i = - \left(\frac{s}{\gamma} \frac{e^\eta}{a + e^\eta} + n_i \right) \omega_i - \frac{\xi}{p} \left(\frac{dy_i}{d\eta} + n_i y_i \right) - \mu_i \frac{e^\eta}{a + e^\eta} y_i(\eta) (1 + e^{-n_i \beta_i \eta} y_{3-i}^{\beta_i}).$$

Для анализа последнего выражения введем новую вспомогательную функцию

$$\begin{aligned} \phi(\tau, \eta) = & - \left(\frac{e^\eta}{a + e^\eta} + n_{3-i} \right) \tau - c \left(\frac{dy_i}{d\eta} + n_i y_i \right) - \\ & \mu_i \frac{e^\eta}{a + e^\eta} y_i(\eta) (1 + e^{-n_{3-i} \beta_{3-i} \eta} y_{3-i}^{\beta_{3-i}}) \end{aligned}$$

где τ - вещественное число. Отсюда нетрудно видеть, что при каждом значении τ функция $\phi(\tau, \eta)$ сохраняет знак на некотором промежутке $[\eta_1, +\infty) \subset [\eta_0, +\infty)$ и при всех $\eta \in [\eta_1, +\infty)$ выполняется одно из неравенств

$$\omega'_i(\eta) > 0, \quad \omega'_i(\eta) < 0.$$

И поэтому для функции $\omega_i(\eta)$ существует предел при $\eta \in [\eta_1, +\infty)$. Из выражения для $\omega_i(\eta)$ следует, что

$$\lim_{\eta \rightarrow +\infty} \omega'_i(\eta) = \lim_{\eta \rightarrow +\infty} \left\{ - \left(\frac{s}{\gamma} \frac{e^\eta}{a - e^\eta} - n_i \right) \omega_i - \frac{\xi}{p} \left(\frac{dy_i}{d\eta} - n_i y_i \right) - \mu_i \frac{e^\eta}{a - e^\eta} y_i(\eta) (1 + e^{-n_i \beta_i \eta} y_{3-i}^{\beta_i}) \right\} = 0.$$

Отсюда, при $\xi \rightarrow \infty$, $\beta_i > 1$, $i = 1, 2$ получим следующего алгебраического уравнения

$$\begin{aligned} (-n_1)^{p-1} y_2^{m_1-1} y_1^{p-1} &= \frac{1}{p\gamma^{p-1}}, \\ (-n_2)^{p-1} y_1^{m_2-1} y_2^{p-1} &= \frac{1}{p\gamma^{p-1}}. \end{aligned}$$

Вычисление последнего уравнения дает $y_i = 1$ и в силу (7) $f(\xi) \sim \chi_i(\xi)$.

Теорема 3 доказана.

Заключение

Таким образом, предложенная нелинейная математическая модель биологической популяции с двойной нелинейностью и с переменной плотностью правильно отражает изучаемый процесс. а численное исследование нелинейных процессов, описываемых уравнениями с двойной нелинейностью и проведение анализа результатов на основе полученных оценок решений даёт исчерпывающую картину процесса в двухкомпонентных конкурирующих системах биологической популяции с сохранением свойств локализации в конечном ареале и размер вспышки. Даёт возможность оценить скорость распространения диффузионных волн.

Литература

1. Арипов М. Метод эталонных уравнений для решения нелинейных краевых задач Ташкент, Фан, 1988, 137 с.
2. Белотелов Н.В., Лобанов А.И. Популяционные модели с нелинейной диффузией. // Математическое моделирование. –М.; 1997, №12, стр. 43-56.
3. В. Вольтерра. Математическая теория борьбы за существование -М.: Наука, 1976, 288 с.
4. Гаузе Г.Ф. О процессах уничтожения одного вида другим в популяциях инфузорий // Зоологический журнал, 1934, т.13, №1.
5. Aripov M., Muhammadiev J. Asymptotic behaviour of automodel solutions for one system of quasilinear equations of parabolic type. Buletin Stiintific-Universitatea din Pitesti, Seria Matematica si Informatica. N 3. 1999. pg. 19-40

6. Aripov M.M. Muhamediyeva D.K. To the numerical modeling of self-similar solutions of reaction-diffusion system of the one task of biological population of Kolmogorov-Fisher type. International Journal of Engineering and Technology. Vol-02, Iss-11, Nov-2013. 2013.
7. Арипов М.М. Мухамедиева Д.К. Подходы к решению одной задачи биологической популяции. Вопросы вычислительной и прикладной математики. -Ташкент. 2013. Вып.129. -С.22-31.
8. Мари Дж. Нелинейные диффузионн уравнения в биологии. М., Мир,1983, 397 стр.
9. Мухамедиева Д.К. Двумерная задача реакции с диффузией типа Колмогорова-Фишера с нелокальным взаимодействием // Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные исследования гуманитарных, естественных , точных и общественных наук. - Новосибирск. -2013. –С.147-150.
10. Арипов М.М., Мухамедиева Д.К. Кросс-диффузионные модели конвективного переноса с двойной нелинейностью. // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – Ташкент. 2015. №1(1). -С. 5-9.
11. Арипов М.М., Мухамедиева Д.К. Численное моделирование одной задачи биологической популяции типа Колмогорова-Фишера с конвективным переносом // Естественные и технические науки. №3. -Москва. 2013. -С.299-302.
12. Арипов М.М., Мухамедиева Д.К. Численное моделирование популяционной динамики с нелокальным взаимодействием в двумерном случае // Технические науки - от теории к практике. -НП "СибАК" (Новосибирск). 2013. №25. -С. 21-26.
13. Aripov M.M., Mukhamediyeva D.K. Splitting algorithm in Kolmogorov-Fisher type reaction-diffusion task // International Journal of Mathematics and Computer Applications Research, Vol.3, № 4, 2013, p. 1-8.
14. Aripov M.M., Mukhamediyeva D.K. To the numerical modeling of self-similar solutions of reaction-diffusion system of the one task of biological population of Kolmogorov-Fisher type // International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol.2, №11, 2013, p.281-286.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ИММУННЫХ СИСТЕМ

Аннотация. Решение задач интеллектуального анализа данных и принятия решений в слабоформализуемых системах только с помощью детерминированных и вероятностных методов является недостаточным. Для этого необходимо широко применять методы гибридных интеллектуальных систем и, особенно, методы «мягких» вычислений. В работе рассматривается решение задачи интеллектуального анализа данных с использованием теории нечетких множеств и иммунных алгоритмов.

Ключевые слова: Интеллектуальный анализ данных, нечеткое множество, иммунные алгоритмы, классификация, клонирование, мутация.

1. Введение

В настоящее время, в связи с достаточно быстрым развитием информационных систем, от лица принимающего решение требуется не только профессиональное знание технологического процесса, основ управления, но и опыт работы в этих информационных системах, умение принимать решение.

Выбор конкретной модели из систем интеллектуального анализа данных и требуемая информационная емкость определяются, прежде всего, потребностью обеспечения определенной степени «наблюдаемости» конкретного объекта. При этом все вопросы, касающиеся оперативного решения более сложных задач, выходящих за рамки традиционной обработки информации, остаются вне «поля зрения» этих систем.

К числу задач, стоящих перед лицом, принимающим решения (ЛПР), относятся [1-8]:

- анализ проблемной ситуации,
- идентификация возникшего отклонения от нормального (штатного) режима функционирования объекта,

- поиск возможных корректирующих решений по воздействию на объект,
- прогнозирование ситуаций,
- оценка последствий принимаемых решений,
- выдача команд на отработку необходимых управляющих воздействий.

Различные стратегии интеллектуализации мониторинга направлены на реализацию интеллектуальной информационной поддержки ЛПР, использующего средства мониторинга. Такую поддержку можно реализовать путем построения нечетких лингвистических баз данных/знаний вместе с подсистемами нечеткого вывода, причем информация для принятия решений может выводиться на автоматизированное рабочее место ЛПР [9-15].

2. Постановка задачи

Нечеткие логические уравнения задачи классификации (типа если <вход>, то <выход>) вместе с функциями принадлежности нечетких термов позволяют принимать решение с использованием следующего алгоритма:

1 Фиксируются значения параметров состояния объекта [16-17]:

$$X = [x_1, \dots, x_n].$$

2 Определяются значения функций принадлежности $\mu^j(x_i^*)$, при фиксированных значениях параметров x_i^* , $i = \overline{1, n}$.

3 Используя логические уравнения, вычисляются значения функций принадлежности $\mu^{r_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ при векторе состояния $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$.

4 Определяется решение r_j^* , для которого:

$$\mu^{r_j^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = \max_{j=1, n} [\mu^{r_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)].$$

Суть обучения состоит в подборе таких параметров функций принадлежности, которые минимизируют различие между результатами нечеткой аппроксимации и реальным поведением объекта.

3. Этапы процесса обучения

Процесс обучения состоит из следующих этапов:

1 Сформировать обучающую матрицу $A = [X_1, \dots, X_m]^T$ размерности $m \times n$.

2 Вычислить максимальное сингулярное число s , а также левый и правый сингулярные векторы L и R обучающей матрицы по следующей итеративной (эволюционной) схеме:

$$L_{(0)} = [1, \dots, 1]^T,$$

$$R^T = L_{(k-1)}^T A, \quad R_{(k)} = R / |R|, \quad \text{где } |R| = \sqrt{r_1^2 + \dots + r_n^2},$$

$$L = AR_{(k)}, \quad L_{(k)} = L / |L|, \quad \text{где } |L| = \sqrt{l_1^2 + \dots + l_n^2},$$

$$s_{(k)} = L_{(k)}^T AR_{(k)}, \quad k = 1, 2, \dots,$$

до выполнения условия $|s_{(k)} - s_{(k-1)}| < \varepsilon$,

$$s = s_{(k)}, \quad L = L_{(k)}, \quad R = R_{(k)}.$$

3 Хранить сингулярное число s .

4 Хранить правый сингулярный вектор R (как «антитело-пробу»).

5 Для всякого $i=1, \dots, m$ хранить компоненту l_i левого сингулярного вектора L и класс c_i соответствующий обучающему образу X_i .

6 Для всякого n -мерного образа Z вычислить его энергию связи с R :

$$w(z) = Z^T R / s.$$

7 Выбрать l_i , которая имеет минимальное расстояние d с w :

$$d = \min_i |w - l_i|, \quad i=1, \dots, m,$$

и считать класс c_i искомым классом образа Z .

В общем виде один шаг работы иммунного алгоритма можно представить следующим образом [6]:

$$\begin{aligned} \forall i \in \{1, \dots, m\} : x'_i &= \text{mut}(\text{clon}(x_1, \dots, x_n)) \\ (x''_1, \dots, x''_k) &= \text{aging}(x_1, \dots, x_n, x'_1, \dots, x'_m) \\ (y_1, \dots, y_n) &= \text{sel}(x''_1, \dots, x''_k) \end{aligned} \quad (1)$$

где $(x_1, \dots, x_n) \in X^n$ – текущая популяция антител; $(x'_1, \dots, x'_m)$ – популяция антител, возникающая в результате клонирования и мутации; $(x''_1, \dots, x''_k)$ – антитела, которые удаляются из популяции; $(y_1, \dots, y_n)$ – антитела, добавляемые в текущую популяцию.

В развитие работы планируется исследование эффективности метода в условиях высокой размерности вектора варьируемых параметров, а также более широкое исследование влияния свободных параметров метода на его эффективность. Планируется также разработка и исследование модификаций метода, ориентированных на параллельные вычислительные системы различной архитектуры (кластеры, системы с общей памятью, графические процессорные устройства). Наконец, имеется в виду сравнение эффективности и интеграция различных поведенческих методов [8, 18-20].

4. Применение иммунного алгоритма для обучения нечеткой модели

В практике разработки интеллектуальных систем имеется тенденция использования гибридных моделей для решения различных практических задач. Так, применительно к обучению нечетких моделей некоторые авторы, наряду с традиционными методами оптимизации, используют иммунный алгоритм [8]. Экспериментальные исследования, проведенные авторами, показывают, что использование данного подхода позволяет добиться лучших результатов по повышению скорости и точности решаемых задач. Таким образом, применительно к проблеме формирования баз знаний экспертных систем актуальной задачей является разработка эффективного алгоритма обучения нечеткой модели на основе интеллектуальных методов и эффективных эвристических алгоритмов.

Пусть задана выборка нечетких экспериментальных данных (X_r, y_r) , $r = \overline{1, M}$; здесь $X_r = (x_{r1}, x_{r2}, \dots, x_{rm})$ - входной n -мерный вектор и $y_r = (y_1, y_2, \dots, y_M)$ - соответствующий ему выходной вектор.

В общем виде требуется построить модель, основанную на нечетких правилах вывода:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left(\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,jp} - \text{с весом } w_{jp} \right) \rightarrow \\ \rightarrow y_j = b_{m0} + b_{m1}x_1^j + \dots + b_{mn}x_n^j.$$

В процессе построения модели нужно найти такие значения коэффициентов правил

$$B = (b_{ij}), i = \overline{1, m}, j = \overline{0, n}$$

при которых достигается минимум следующего выражения:

$$\sum_{r=1}^M (y_r - y_r^f) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где y_r^f - результат нечетких правил вывода с параметром B в r -й строке выборки (X_r) .

Алгоритм настройки параметров функций принадлежности $B = (b_1, b_2, \dots, b_q)$ и $C = (c_1, c_2, \dots, c_q)$ - и веса правил $W = (w_1, w_2, \dots, w_N)$ состоит из следующих этапов.

1 Формирование исходной популяции. *Оператор клонирования* генерирует новое поколение копий антител в будущей популяции. Известны следующие основные операторы клонирования: а) статический оператор клонирования, который просто копирует каждую В-клетку, производя переходную популяцию; б) пропорциональный оператор клонирования, который клонирует В-клетки пропорционально их антигенной схожести; в) оператор вероятностного клонирования, в соответствии с которым В-клетки выбираются из текущего поколения в зависимости от вероятности клональной селекции [7].

Для реализации ИА следует задать способ кодирования нечетких моделей. Сведем неизвестные параметры W, B, C в один вектор:

$$S = (W, B, C) = (w_1, w_2, \dots, w_N, b_{11}, c_{11}, \dots, b_{l_1}, c_{l_1}, b_{n1}, c_{n1}, \dots, b_{nl_1}, c_{nl_1})$$

где N - общее число строк в нечеткой базе знаний;

l_i - количество термов-оценок входной переменной λ_i ,

$$l_1 + l_2 + \dots + l_n = q, \quad i = \overline{1, n};$$

q - общее число термов;

2 *Оператор мутации* действует в зависимости от имеющейся популяции клонов, применяя к каждому антителу определенное количество одиночных мутаций, осуществляемых случайным образом.

Каждый элемент вектора S может подвергнуться операции мутации с вероятностью p_m . Обозначим мутацию элемента s через $Mu(s)$:

$$Mu(w_j) = RANDOM\left(\left[\underline{w}, \overline{w}\right]\right), j = \overline{1, N}$$

$$Mu(b_{ip}) = RANDOM\left(\left[\underline{x_i}, \overline{x_i}\right]\right),$$

$$Mu(c_{ip}) = RANDOM\left(\left[\underline{c_i}, \overline{c_i}\right]\right),$$

где $\underline{w}, (\overline{w})$ - нижняя (верхняя) граница интервала возможных значений весов правил, $[\underline{w}, \overline{w}] \subset [0, 1]$;

$[\underline{\tilde{n}_i}, (\overline{c_i})]$ - интервал возможных значений коэффициента концентрации-растяжения функций принадлежности термов-оценок входной переменной x_i , $[\underline{\tilde{n}_i}, (\overline{c_i})] \subset (0, +\infty]$, $i = \overline{1, n}$;

$RANDOM\left(\left[\underline{\xi}, \overline{\xi}\right]\right)$ обозначает операцию нахождения равномерно распределенного на интервале $[\underline{\xi}, \overline{\xi}]$ случайного числа.

3 Оператор старения устраняет старые особи. Статический оператор старения использует возрастной параметр для максимального количества поколений антител, которым разрешено оставаться в популяции. Когда антитело старше, оно удаляется из системы, даже если оно может оказаться вполне пригодным на последующих итерациях.

При клональной экспансии клонированное антитело наследует возраст его родителя. После этапа мутации только те антитела, которые получили высшее значение аффинности, получают возраст, равный 0. Элитный вариант этого оператора получается путем взятия наилучших антител популяции в поколение с возрастом, равным 0.

Элитный вариант этого оператора получается взятием лучшего антитела из популяции в поколение.

4 Оператор селекции заменяет наихудшие антитела в популяции новыми случайными антителами.

На основе описанного ИА разработано программное обеспечение для решения практических задач многокритериальной оптимизации и получены результаты оптимизационной задачи [5,9].

Для проведения сравнительного анализа взяты известные модельные задачи, расположенные по электронному адресу: <http://www.ics.uci.edu/~mllearn/databases/>. К ним относятся следующие задачи: задача ирис (Iris Data Set), задача идентификации стекла (Glass Identification Data Set), задача диагностирования диабета (Pima Indians Diabetes), экологическая задача (Ecoli Data Set), задача Хабермана (Haberman's Survival Data Set), задача определения сорта вина (Wine Data Set), задача определения состояния печени (Liver).

Ниже в таблице 1 приводятся параметры перечисленных задач.

Таблица 1

Параметры модельных задач

Наименование задачи	Количество классов	Количество признаков	Количество объектов
Стекло (Glass)	7	9	214
Хаберман (Haberman)	2	4	306
Ирис (Iris)	3	4	150
Экология (Ecoli)	8	7	336
Вино (Wine)	3	13	178
Печень (Liver)	2	6	345

В таблице 2 для сравнения приведены результаты решения некоторых модельных задач на основе различных известных и предлагаемого алгоритмов.

Таблица 2

Результаты работы предлагаемого и существующих алгоритмов

Задача	Предлагаемый алгоритм	GBC	SGF	SVM	1NN	KNN	Conventional RBF network
Стекло (Glass)	87.2	84.27	75.74	71.50	72.01	72.01	69.16
Ирис (Iris)	98.5	98.00	97.33	97.33	96.00	95.33	95.33
Вино (Wine)	100	100	99.44	99.44	95.52	96.07	98.89

В таблице 3 приведены лучшие результаты работы рассматриваемых алгоритмов. Наиболее лучшие результаты для конкретной задачи выделены отдельно.

Кроме того, в таблице 3 сравниваются различные результаты работы предлагаемого нами алгоритма, алгоритмов GBC (Gravitation Based Classification) и SVM (Support Vector Machines).

Таблица 3

Результаты работы предлагаемого и существующего алгоритмов

	Предлагаемый метод			GBC			SVM		
	Очень плохо	Очень хорошо	Плохо	Очень плохо	Очень хорошо	Плохо	Очень плохо	Очень хорошо	Плохо
Хаберман (Haberman)	82.3	91.6	87.2	75.2	86.7	81.5	72.3	82.1	78.8
Печень (Liver)	77.5	85.1	82.4	63.5	72.8	67.1	60.4	68.3	65.5
Экология (Ecoli)	89.7	94.3	92.7	89.7	98.5	95.5	89.4	94.4	92.3

5. Заключение

Таким образом, показана целесообразность объединения метода нечеткого вывода и иммунных алгоритмов в задачах с параметрами, содержащими неопределенности различного типа, а также в задачах, для

которых характерны интуитивные решения. Предложенный метод позволяет существенно улучшить качество решения многокритериальных задач оптимизации с нечетко заданными параметрами и критериями. В дальнейшем планируется изучение различных гибридных методов применительно к оптимизационным задачам, а также методов автоматического формирования базы нечетких правил. Это позволит существенно повысить эффективность решений оптимизационных задач рассматриваемого класса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Технология анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. 2-е изд. Уч. пособие. СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 384 с.: ил. + CD-ROM.
2. Aliev R.A., Aliev R. Theory of Intelligent Systems and Applications / -Baku: Chashyogly, 2001. -720 p.
3. Zaychenko Yu. The Fuzzy Group Method of Data Handling and Its Application for Economical Processes forecasting // Scientific Inquiry. -Vol. 7. -№1, June, 2006. -pp. 83-98.
4. Кондрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах. Под ред. Д.А. Поспелова. Серия «Проблемы искусственного интеллекта», -Вып. 6. – М.: Наука. Физматгиз, 1989. -328 С.
5. Kennedy J., Eberhart R. C. “Particle swarm optimization” // In Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks. 1995. -pp. 1942–1948.
6. Zadeh L.A. What is Soft Computing? Soft Computing 1 (1997).
7. Дасгупта Д. Искусственные иммунные системы и их применение.- Физматлит.- 2006.-344 с.
8. Dasgupta D., Artificial Immune Systems and Their Applications, Springer-Verlag, 1998.

9. Jie J., Han Ch., Zeng J. An Extended Mind Evolutionary Computation Model for Optimizations // Applied Mathematics and Computation, 2007, No. 185(2), pp. 1038 – 1049
10. Бекмуратов Т.Ф., Дадабаева Р. А., Мухамедиева Д.Т. Принятие решений в нечеткой среде // Научный журнал «Проблемы информатики» – Новосибирск, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 2010, вып.1, с. 52-61.
11. Мухамедиева Д.Т. Информационно-диалоговая система «Определение нечетких параметров имитационной модели» Свидетельство № DGU 00879 об официальной регистрации программы для ЭВМ в Государственном Патентном ведомстве. - Ташкент, 2005.
12. Мухамедиева Д. Т., Солиева Б. Т. Алгоритм решения задачи линейного программирования с использованием теории нечётких множеств // М.: Актуальные проблемы современной науки, 2010. – С. 137-139.
13. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Бобомурадов О. Нечеткий алгоритм принятия слабоструктурированных решений // Актуальные проблемы современной науки. –Москва. 2010. №5. С. 124-128.
14. Мухамедиева Д.Т., Примова Х.А. Модели задач параметрической оптимизации слабоформализуемых процессов // Актуальные проблемы современной науки. –Москва. 2010. №5. С. 134-137.
15. Мухамедиева Д.Т., Мингликулов З.Б. Решение задачи оптимального исследования рынка с применением нейронных сетей // Актуальные проблемы современной науки. –Москва. 2010. №5. С. 131-134.
16. Мухамедиева Д.Т., Агзамходжаева М.Р. Решение задачи оптимального использования торговых агентов с помощью генетического алгоритма // Актуальные проблемы современной науки. –Москва. 2010. №5. С. 128-131.
17. Мухамедиева Д.Т., Солиева Б.Т. Алгоритм решения задачи линейного программирования с использованием теории нечетких множеств // Актуальные проблемы современной науки. –Москва. 2010. №5. С. 137-140.

18. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Бобомурадов О.Ж.. Нечеткая модель прогнозирования урожайности //Научный журнал «Проблемы информатики» – Новосибирск, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 2010, вып.3. С. 11-23.
19. Мухамедиева Д.Т. Алгоритм кластеризации правил систем нечеткого вывода // Естественные и технические науки. №2. -Москва. 2013. -С.248-252.

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКИ ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ НА РЫНКЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСЛУГ

Аннотация. Риск в предпринимательской деятельности имеет вполне самостоятельное теоретическое и прикладное значение как важнейшая составляющая теории и практики управления вообще и первостепенное значение в эффективном риск-менеджменте в частности. В статье рассматривается оценка финансовых рисков на рынке телекоммуникационных услуг.

Ключевые слова. Риск, телекоммуникация, нечеткие правила вывода, оценка.

1. Введение. В последние годы рынок телекоммуникационных услуг стал одним из направлений увеличения валютных поступлений страны. Успешность деятельности предприятия телекоммуникационных услуг на рынке, способность его генерировать конкурентные преимущества, повышать операционную эффективность, а в конечном итоге – капитализацию зависит в первую очередь от того, насколько успешно, оперативно и своевременно предприятия справляются с совокупностью негативных угроз, рисков. Сейчас руководители предприятий телекоммуникационных услуг лучше понимают, что управление рисками – это весьма существенная часть стратегического управления, конечная цель которого в обеспечении условий для реализации принятой на данный период стратегии управления предприятием. Ведущие телекоммуникационные компании страны, постоянно совершенствующие качество корпоративного управления, в последние годы стали уделять больше внимания вопросам учета рисков предприятий и уже добились в этой сфере заметных результатов.

Так, безалаберное одалживание средств у банков рано или поздно приведет к тому, что объем заемных средств превысит реальные возможности предприятия по расчетам с кредиторами. Это означает потерю финансовой устойчивости, которая легко измерима по балансу предприятий. Но корень проблемы находится не в самих финансах, а в неадекватных способах управления ими. Финансы – только зеркало проблемы, которую необходимо решать зачастую даже не финансовыми средствами [2].

Кроме того, ЛПР стремится установить логическую связь количественных значений показателей выделенной группы с риском банкротства. То есть ЛПР не может быть удовлетворено бинарной оценкой "хорошо - плохо", его интересуют оттенки ситуации и экономическая интерпретация этих оттеночных значений. Задача осложняется тем, что показателей много, изменяются они зачастую разнонаправленно, и поэтому ЛПР стремится "свернуть" набор всех исследуемых частных финансовых показателей в один комплексный, по значению которого и судить о степени благополучия предприятия.

2. Постановка задачи. Успешный анализ финансового риска предприятия телекоммуникационных услуг возможен лишь на основе следующих основных предпосылок:

1. В основу анализа ложатся результаты наблюдения предприятия телекоммуникационных услуг за возможно более долгий период времени.
2. Учетные формы, используемые при анализе, должны достоверно отображать подлинное финансовое состояние предприятия телекоммуникационных услуг.

Все перечисленное говорит о том, что эксперт-аналитик должен составить представление о том, что является «хорошим» или «плохим» в масштабе отрасли, к которой относится данное предприятие.

Предложим подход к финансовому анализу риска предприятия на рынке телекоммуникационных услуг, который состоит в следующем:

- Применительно к интервалу времени формируется набор отдельных финансовых показателей предприятия телекоммуникационных услуг. Пусть таких показателей N .

- В N -мерном пространстве, образованном выделенными показателями, на основании данных исследованной статистики проводится гиперплоскость, которая наилучшим образом отделяет успешные предприятия от предприятий - у которых финансовый риск велик. Уравнение этой гиперплоскости имеет вид

$$Y = \sum_{i=1}^N a_i \times x_i, \quad (1)$$

где a_i - полученные в результате анализа веса, x_i – финансовые показатели.

Осуществляя параллельный перенос плоскости (1), можно наблюдать, как перераспределяется число успешных и неуспешных предприятий, попадающих в ту или иную подобласть, отсеченную данной плоскостью.

Можно предложить следующую модель финансового риска предприятий на рынке телекоммуникационных услуг

$$P = \frac{1}{1 + e^Y}, \quad (2)$$

где Y определяется по формуле (1), $N=7$,

- x_1 - коэффициент финансовой независимости,
- x_2 - коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными средствами (отношение чистого оборотного капитала к оборотным активам),
- x_3 - коэффициент промежуточной ликвидности (отношение суммы денежных средств и дебиторской задолженности к краткосрочным пассивам),
- x_4 - коэффициент абсолютной ликвидности (отношение суммы денежных средств к краткосрочным пассивам),

Здесь изложен подход, который позволяет эксперту наилучшим образом формализовать свои представления. Если эксперт хорошо знает предприятие

изнутри, то ему не составит никакого труда выделить именно те факторы, которые наиболее влияют на процессы потери платежеспособности (включая ошибки менеджмента), сопоставить этим факторам количественные показатели и пронормировать их. При этом, если эксперт затрудняется с классификацией, он может в ходе нормирования успешно применять нечеткие описания [3-12].

3. Основная часть. Разработаны три вида модели оценки риска, основанные на нечетких правилах вывода.

1. Модель оценки риска, выход которой выражается линейной зависимостью.

Если $x_1^1=H$ и $x_2^1=H$ и $x_3^1=H$ и $x_4^1=C$

$$\text{То } r_1 = 0,33 - 0,05 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{1j}) x_1^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{1j})} - 0,02 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{1j}) x_2^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{1j})} - 0,21 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{1j}) x_3^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{1j})} - 0,1 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{1j}) x_4^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{1j})}.$$

Если $x_1^2=H$ и $x_2^2=H$ и $x_3^2=C$ и $x_4^2=C$

$$\text{То } r_2 = 0,257 - 0,0393 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{2j}) x_1^{2j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{2j})} - 0,112 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{2j}) x_4^{2j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{2j})}.$$

Если $x_1^3=H$ и $x_2^3=C$ и $x_3^3=H$ и $x_4^3=C$

$$\text{То } r_3 = 0,18 - 0,01 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{3j}) x_1^{3j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{3j})} - 0,07 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{3j}) x_2^{3j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{3j})} - 0,05 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{3j}) x_3^{3j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{3j})} - 0,111 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{3j}) x_4^{3j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{3j})}.$$

Если $x_1^4=H$ и $x_2^4=C$ и $x_3^4=C$ и $x_4^4=C$

$$\text{То } r_4 = 0,26 - 0,02 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{4j}) x_1^{4j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{4j})} - 0,05 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{4j}) x_2^{4j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{4j})} - 0,03 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{4j}) x_3^{4j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{4j})} - 0,134 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{4j}) x_4^{4j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{4j})}.$$

Если $x_1^5=H$ и $x_2^5=C$ и $x_3^5=B$ и $x_4^5=C$

$$\text{То } r_5 = 0,202 - 0,10 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{5j})x_1^{5j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{5j})} - 0,08 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{5j})x_2^{5j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{5j})} - 0,04 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{5j})x_3^{5j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{5j})} - 0,12 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{5j})x_4^{5j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{5j})}.$$

2. Модель оценки риска, выход которой выражается нечетким термом.

Если $x_1^1=H$ и $x_2^1=H$ и $x_3^1=H$ и $x_4^1=H$ с весом 0.5

или $x_1^1=C$ и $x_2^1=H$ и $x_3^1=H$ и $x_4^1=H$ с весом 0.5

То $r_1=B$.

Если $x_1^2=H$ и $x_2^2=H$ и $x_3^2=H$ и $x_4^2=C$ с весом 0.33

или $x_1^2=H$ и $x_2^2=H$ и $x_3^2=H$ и $x_4^2=B$ с весом 0.33

или $x_1^2=H$ и $x_2^2=H$ и $x_3^2=C$ и $x_4^2=H$ с весом 0.33

То $r_2=BC$.

Если $x_1^3=H$ и $x_2^3=H$ и $x_3^3=H$ и $x_4^3=B$ с весом 0.33

или $x_1^3=H$ и $x_2^3=H$ и $x_3^3=C$ и $x_4^3=C$ с весом 0.33

или $x_1^3=H$ и $x_2^3=H$ и $x_3^3=C$ и $x_4^3=B$ с весом 0.33

То $r_3=C$.

Если $x_1^4=H$ и $x_2^4=B$ и $x_3^4=C$ и $x_4^4=C$ с весом 0.5

или $x_1^4=H$ и $x_2^4=B$ и $x_3^4=C$ и $x_4^4=B$ с весом 0.5

То $r_4=HC$.

Если $x_1^5=C$ и $x_2^5=B$ и $x_3^5=C$ и $x_4^5=B$ с весом 0.33

или $x_1^5=B$ и $x_2^5=B$ и $x_3^5=C$ и $x_4^5=B$ с весом 0.33

или $x_1^5=B$ и $x_2^5=B$ и $x_3^5=B$ и $x_4^5=B$ с весом 0.33

То $r_5=H$.

3. Модель оценки риска, выход которой выражается нелинейной зависимостью.

Если $x_1^1=H$ и $x_2^1=H$ и $x_3^1=B$ и $x_4^1=C$

$$\begin{aligned} \text{То } r_1 = & 0,33 - 0,05 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{1j}) x_1^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{1j})} - 0,02 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{1j}) x_2^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{1j})} - 0,21 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{1j}) x_3^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{1j})} - 0,1 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{1j}) x_4^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{1j})} + \\ & + 0,003 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{1j}) x_1^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{1j})} \right]^2 - 0,004 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{1j}) x_2^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{1j})} \right]^2 + 0,007 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{1j}) x_3^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{1j})} \right]^2 + 0,0011 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{1j}) x_4^{1j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{1j})} \right]^2. \end{aligned}$$

Если $x_1^{16}=C$ и $x_2^{16}=B$ и $x_3^{16}=H$ и $x_4^{16}=C$

То

$$\begin{aligned} r_{16} = & 0,184 - 0,007 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{16j}) x_1^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{16j})} - 0,005 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{16j}) x_2^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{16j})} - 0,003 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{16j}) x_3^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{16j})} - 0,09 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{16j}) x_4^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{16j})} + \\ & + 0,002 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{16j}) x_1^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{16j})} \right]^2 - 0,0009 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{16j}) x_2^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{16j})} \right]^2 + 0,0005 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{16j}) x_3^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{16j})} \right]^2 + 0,0015 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{16j}) x_4^{16j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{16j})} \right]^2. \end{aligned}$$

Если $x_1^{27}=B$ и $x_2^{27}=B$ и $x_3^{27}=C$ и $x_4^{27}=C$

To

$$r_{27} = 0,17 - 0,003 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{27j}) x_1^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{27j})} - 0,001 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{27j}) x_2^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{27j})} - 0,07 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{27j}) x_3^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{27j})} - 0,09 \frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{27j}) x_4^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{27j})} +$$

$$+ 0,01 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{27j}) x_1^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_1^{27j})} \right]^2 - 0,0005 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{27j}) x_2^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_2^{27j})} \right]^2 + 0,0002 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{27j}) x_3^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_3^{27j})} \right]^2 + 0,0024 \left[\frac{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{27j}) x_4^{27j}}{\sum_{j=1}^n \mu(x_4^{27j})} \right]^2.$$

В предложенных моделях каждая входная переменная имеют свои собственные функции принадлежности нечетким термам (Н, НС, С, ВС, В), которые используются в уравнениях.

Функции принадлежности имеет следующий вид:

$$\tilde{\mu}^k(x_i^j) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_i^j - b_k^j}{c_k^j} \right)^2}.$$

Результат нечеткой модели (1) является входным параметром многокритериальной задачи оптимального сочетания “риск-доходность”. Очевидно, что найти идеальный вариант “максимальная доходность - минимальный риск” удаётся лишь в очень редких случаях. Поэтому предлагаются следующие подходы для решения этой оптимизационной задачи (табл.1).

Таблица 1. Подходы к решению оптимизационной задачи

№	Подходы	Модель
1	Подход “максимум выигрыша” заключается в том, что из всех вариантов выбирается тот, который даёт наибольший результат (максимум F) при приемлемом	$F \rightarrow \max,$ $R = R_{np.\dot{o}on},$

	для ЛПР риске ($R_{np.\dot{o}on}$).	$\sum_j x_j K_j \subset K$.
2	Подход “оптимальная вероятность” состоит в том, что из возможных решений выбирается тот, при котором вероятность результата является приемлемой для ЛПР, где $M(F)$ – математическое ожидание F.	$M(F) \rightarrow \max$, $\sum_j x_j K_j \subset K$.
3	Сочетание подходов “оптимальная вероятность” и “оптимальная колеблемость”. Колеблемость показателей выражается их среднеквадратичным отклонением и коэффициентом вариации, где $CV(F)$ – коэффициент вариации F.	$CV(F) \rightarrow \min$, $\sum_j x_j K_j \subset K$.
4	Подход “минимум риска”. Из всех возможных вариантов выбирается тот, который позволяет получить ожидаемый выигрыш, т.е. предельно допустимое значение F при минимальном риске.	$F = F_{np.\dot{o}on}$, $R \rightarrow \min$, $\sum_j x_j K_j \subset K$.
5	Подход “максимальная доходность - минимальный риск”	$F \rightarrow \max$, $R \rightarrow \min$, $\sum_j x_j K_j \subset K$.

4. Заключение. Проведен системный анализ характеристик рисков в условиях неопределенности на основе обработки нечеткой информации. Выявлено целесообразность использования теории нечетких множеств и нейронных сетей в задачах с неполной или лингвистической информацией, а также в задачах, для которых характерны интуитивные решения.

Достоинством нечеткой логики является возможность использования экспертных знаний о структуре объекта в виде лингвистических высказываний. Однако аппарат нечеткой логики не содержит механизмов обучения.

Объединение нечеткой логики с нейронными сетями дает принципиально новое качество. Получаемая в результате такого объединения нейронечеткая сеть обладает интеллектуальными свойствами использования знаний на естественном языке.

Разработаны мягкие модели оценки рисков, основанные на нечетких правилах вывода и нейронных сетях для обучения нечетких баз знаний. Суть обучения состоит в подборе таких параметров функций принадлежности, которые минимизируют различие между результатами нейронечеткой аппроксимации и реальным поведением объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канев В.С. Управление рисками в телекоммуникациях // Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Новосибирск, 2008. С. 16–17.
2. Канев В.С. Риски рынка телекоммуникационных услуг // IX международная конференция «Проблемы функционирования информационных сетей» (ПФИС-2006), Новосибирск, 2006. С. 120–123.
3. Мухамедиева Д.Т. Анализ особенностей генетических алгоритмов // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – Ташкент. 2015. №1(1). -С. 87-93.
4. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т. Проблемы построения нечетко-корректных моделей задач принятия решений по оценке и прогнозированию состояния слабоформализуемого процесса // Научный журнал «Проблемы информатики». -Новосибирск. 2014. Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Вып.1. -С.82-91.
5. Мухамедиева Д.Т., Примова Х.А., Ниезматова Н.А. Подходы к использованию Z-оценивания неопределенности в системах нечёткого

- вывода // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – Ташкент. 2015. №2(2). –С. 85-90.
6. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т. Прикладные задачи оценки качество хлопчатника в нечеткой среде // Материалы III Международной научно-практической конференции «Экономические проблемы модернизации и инновационного развития агропромышленного производства и сельских территорий». Омск. – 2012. Часть I. –С.278-283.
 7. Мухамедиева Д.Т. Модели оценки риска недополучения урожая, основанные на нечетких правилах вывода // Материалы III Международной научно-практической конференции «Экономические проблемы модернизации и инновационного развития агропромышленного производства и сельских территорий». Омск. – 2012. Часть II. –С.248-252.
 8. Абдугафаров А., Мухамедиева Д.Т. Нечеткая модель привлечения инвестиций в зонах рискованного земледелия // Материалы III Международной научно-практической конференции «Экономические проблемы модернизации и инновационного развития агропромышленного производства и сельских территорий». Омск. – 2012. Часть II. –С.326-329.
 9. T.F. Bekmuratov, D.T. Mukhamedieva. Neuro - fuzzy logic synthesis of fuzzy inference systems / Proceedings of Tenth International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing ICAFS, Lisbon, Portugal, 2012,-p.321-328.
 10. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Мирзарахмедова А.Х. Решение нечеткой задачи оценки селекционных сортов хлопчатника // Материалы Международной научно-практической конференции «Информационные технологии, системы и приборы в АПК – АГРОИНФО,2012». Новосибирск. – 2012. –С. 7-11.

11. Абдугафаров А., Мухамедиева Д.Т., Мирзарахмедова А.Х. Решение нечеткой задачи привлечения инвестиций в зонах рискованного земледелия // Материалы Международной научно-практической конференции «Информационные технологии, системы и приборы в АПК – АГРОИНФО,2012». Новосибирск. – 2012. –С. 20-23.
12. Мухамедиева Д.Т. Модель размещения инвестиций в зонах рискованного земледелия //Международная научная Конференция «Инновация - 2012». Сборник научных статей. –Ташкент. -2012. -С.244-245.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ "ЛИНЕЙНАЯ ФУНКЦИЯ"

Аннотация. В статье обсуждается возможное использование при изучении линейной функции динамической компьютерной визуализации, способствующей развитию творческого мышления. Представлены кадры анимационных роликов, созданных в системе Maple, демонстрирующие поворот, параллельный перенос вправо-влево и вверх-вниз графика линейной функции.

Ключевые слова: линейная функция, коэффициент пропорциональности, угловой коэффициент, поворот, параллельный перенос, динамическая компьютерная визуализация.

В стремительно изменяющемся современном мире успех сопутствует лишь тем личностям, которые способны находить решения новых нестандартных задач, самостоятельно восполнять недостающие знания. Поэтому реформирование системы российского образования основано на реализации компетентностно-деятельностного подхода, способствующего развитию творческого мышления, креативности, гибкости ума – всех тех компетенций, которые необходимы человеку для полноценной жизни в современном обществе.

В этой связи математике, как одной из фундаментальных наук, отводится особая роль. А использование информационных технологий на уроках математики помогает учителю в развитии образного, вербального, интуитивного вида деятельности, логического и алгоритмического мышления.

Опишем пример использования динамической компьютерной визуализации при изучении темы «Линейная функция» в 7 классе [1, 2].

Вначале школьникам, разбитым на малые группы по 4-5 человек, предлагается просмотреть анимационный ролик. На анимации точка движется по линии, фиксируясь в положениях $x = -4; -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3; 4$. Появляются пунктирные линии, обеспечивающие соответствующие проекции текущего положения точки на координатные оси (рис.1).

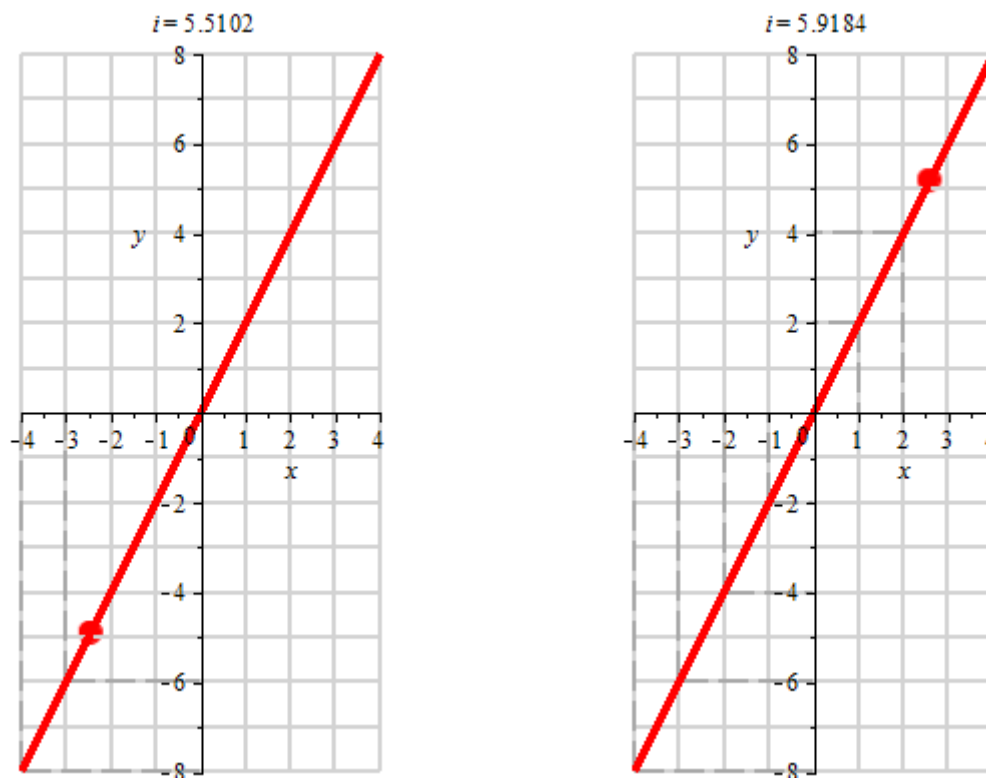


Рис. 1. Кадры анимации движения точки по графику функции $y = 2x$.

После демонстрационного просмотра учитель просит каждую группу составить таблицы пар значений x и y . Как только такие таблицы составлены, учитель предлагает определить, что общее у всех пар значений. Ведь эти пары получены для одной и той же линии.

В ходе обсуждения, при необходимости с наводящими вопросами учителя, учащиеся обнаруживают, что отношение $\frac{y}{x}$ для всех точек одинаковое. Эту связь записывают в виде $\frac{y}{x} = 2$ или $y = 2x$.

При просмотре аналогичной анимации для двух других линий, учащиеся уже самостоятельно получают зависимости $y = \frac{x}{2}$ и $y = -x$.

Учитель предлагает определить, что общее в этих уравнениях и чем они отличаются? После формулировки ответа учащихся о том, что x и y во всех уравнениях входят одинаково (это общее) и что числовые коэффициенты в уравнениях разные, учитель просит придумать единое название для этих уравнений.

После обсуждения возможных названий, вводится обозначение коэффициента k как «коэффициента пропорциональности» и записывается общий вид линейной функции $y = kx$.

Далее школьникам предлагаются к просмотру анимации, на которых демонстрируется поворот прямых относительно начала координат, при этом цветом выделяется изменяющийся угол поворота. В ходе обсуждения учащиеся приходят к выводу, что изменяется угол между прямой и осью Ox , который зависит от численного значения коэффициента k . Учащиеся совместно с учителем предлагают другое название этому коэффициенту, после чего учитель уточняет, что в науке закрепилось название «угловой коэффициент» (рис.2).

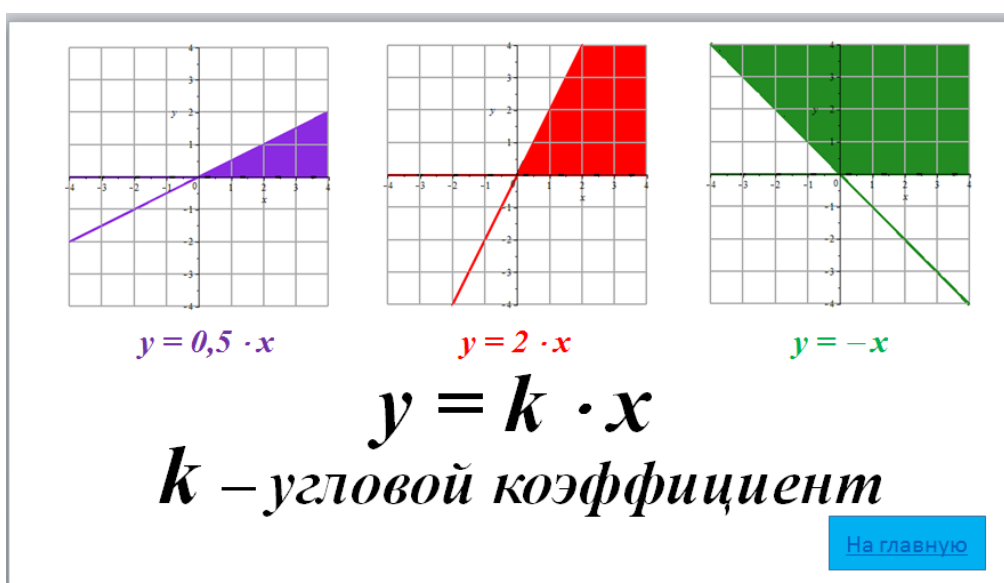


Рис. 2. Итоговый кадр презентации

Кроме того, использование динамической компьютерной визуализации позволяет учителю наглядно продемонстрировать «силу» математического языка, позволяющего описывать реальные ситуации аналитическими и геометрическими моделями. При этом на один и тот же математический объект, в зависимости от решаемой задачи, можно смотреть с различных точек зрения. Например, график функции $y = 2x - 2$, может быть получен в результате сдвига вправо вдоль оси Ox на $a = 1$ единиц графика функции $y = 2x$. На рисунке 3 показаны кадры полученного анимационного ролика. Движение отмеченных точек на графиках функций демонстрирует, изменение абсциссы, при неизменной ординате точки графика.

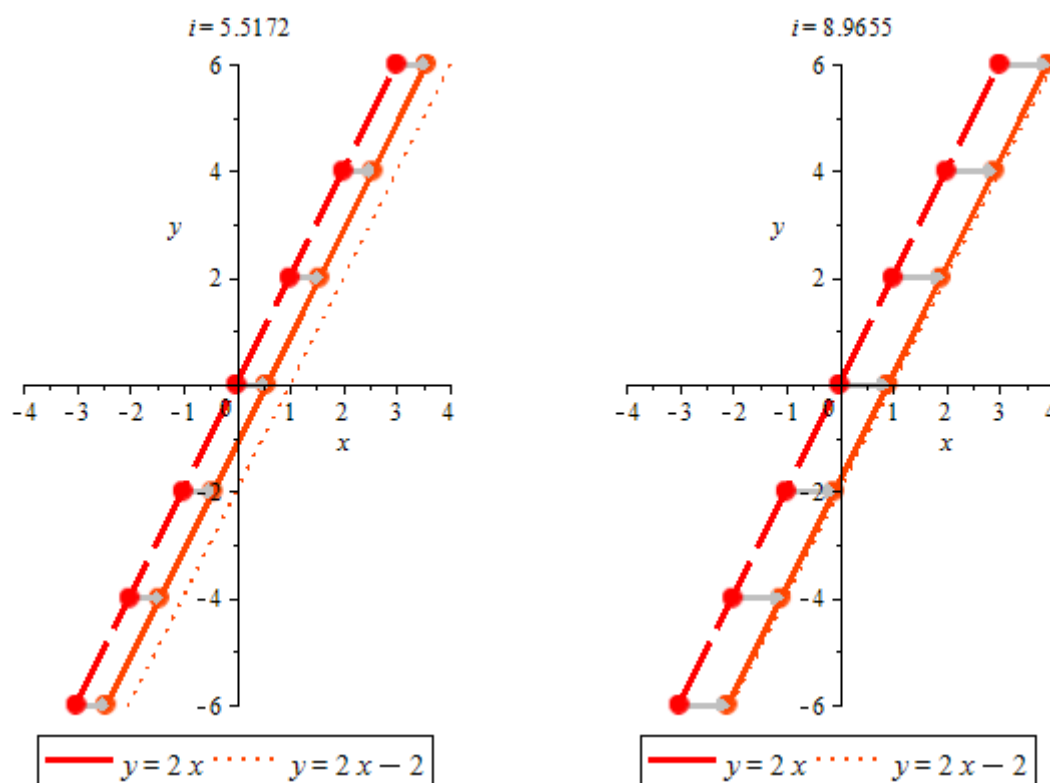


Рис. 3. Кадры анимации сдвига вправо на $a = 1$ единиц вдоль оси Ox графика функции $y = 2x$

Также график функции $y = 2x - 2$ можно получить в результате сдвига вниз вдоль оси Oy на $b = 2$ единиц графика функции $y = 2x$ (рис. 4). Движение

отмеченных точек на графиках функций демонстрирует, изменение ординаты, при неизменной абсциссе точки графика.

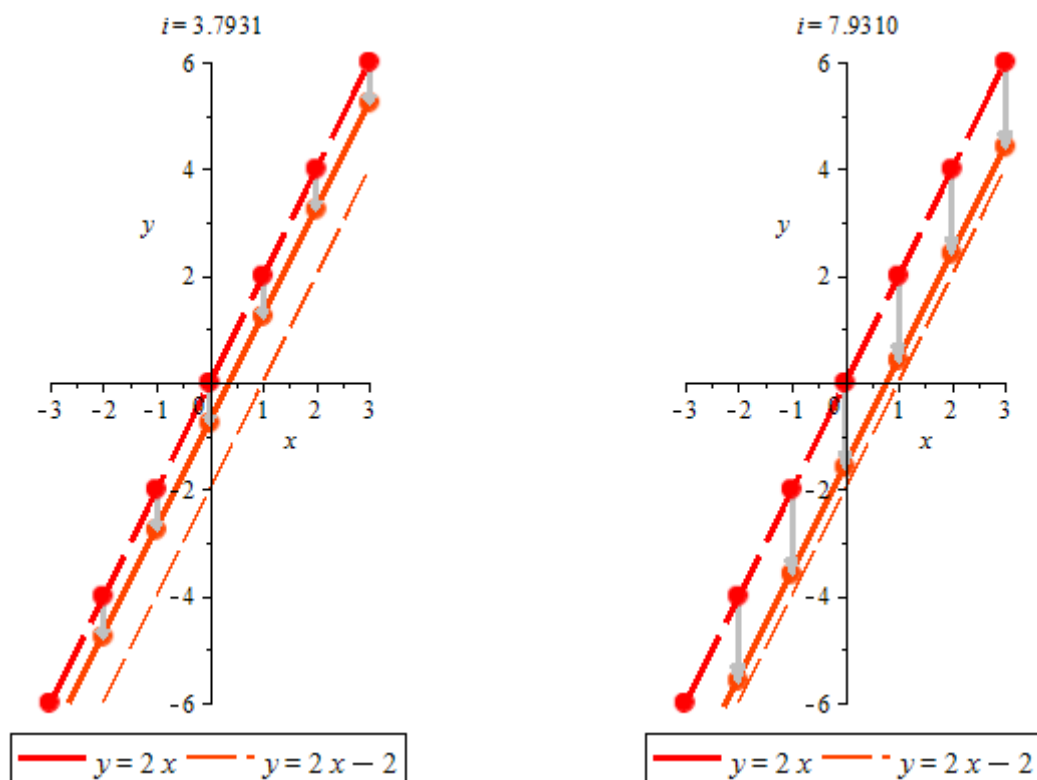


Рис. 4. Кадры анимации сдвига вниз на $b = 2$ единиц вдоль оси Oy графика функции $y = 2x$

Использование учителем на занятиях грамотно подобранной динамической компьютерной визуализации позволяет не только наглядно представить материал и сэкономить время, но сформировать у школьников необходимый «багаж знаний», способствует развитию вариативности мышления. Все это помогает им в дальнейшем находить нестандартные и разносторонние подходы к решению поставленных перед ними профессиональных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алгебра. 7 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / [Г.В. Дорофеев, С.Б. Суворова, Е.А. Бунимович и др.] – М.: Просвещение, 2014. – 287 с.
2. Мордкович А.Г. Алгебра. 7 кл.: Учеб. для общеобразоват. учреждений. – М.: Мнемозина, 2001. – 160 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ИГРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Аннотация. В статье рассматривается новая геоинформационная технология – геокешинг, как форма организации игровой деятельности обучающихся.

Ключевые слова: геокешинг, образовательный геокешинг, игра.

Благодаря развитию цифровых технологий расширяется спектр активно применяемых средств информационной деятельности человека. К ним можно отнести геоинформационные системы, которые обеспечивают сбор, хранение, обработку, отображение и распространение данных, а также получение на их основе новой информации и знаний о пространственно-координированных явлениях. Особенностью данных систем является способность хранить и обрабатывать пространственные или географические данные, что и отличает геоинформационные технологии от иных информационных технологий [1].

Применение геоинформационных систем в образовательном процессе открыли новое направление в организации игровой деятельности обучающихся, которое называется образовательный геокешинг. Геокешинг («geocaching», от греч. «гео» – Земля, англ. «cache» – тайник) – это поиск тайников, разгадывание загадок связанных с географическими координатами [2]. Основная идея состоит в том, что одни игроки прячут тайники, с помощью GPS определяют их координаты. Другие игроки используют эти координаты и свои GPS-приемники для поиска тайников. В геокешинге участники игры выполняют задания и осваивают возможности GPS навигаторов. Данная технология создает благоприятные дидактические условия для личностного и познавательного развития обучаемых, что соответствует современным требованиям стандартов школьного образования [3].

Образовательный геокэшинг – это геоинформационная технология, которая позволяет поднять на качественно новый уровень и наполнить новым практическим содержанием организацию игровой деятельности школьников. Целью образовательного геокешинга является формирование эмоционально - ценностных отношений к изучаемым объектам, событиям, фактам, явлениям через поисково-игровую деятельность [1].

Была разработана и апробирована игра-геокешинг во внеурочной деятельности по информатике на тему: «История развития вычислительной техники». Целью игры - геокешинг было привлечение учащихся к активному изучению истории развития вычислительной техники с помощью геоинформационных технологий. Были определены следующие задачи: формирование у учащихся информационной культуры в форме увлекательной игры - геокешинг; формирование познавательной активности; развитие навыков сотрудничества и взаимопомощи; углубленное изучение темы «История развития вычислительной техники».

В игре приняли участие учащиеся 7 класса БОУ г. Омска «СОШ №142». Участники разделились на 3 команды по 4 человека. Игра – геокешинг состояла из следующих этапов: поиск тайников и заполнение маршрутной карты, создание временной ленты на доске, подведение итогов и самооценивание.

В течение часа, следуя по маршрутным листам, команды находили указанные тайники по их GPS-координатам. Спрятанные тайники на территории школы были связаны с этапами развития вычислительной техники. Команды планировали поисковую деятельность в соответствии с поставленной задачей и осуществляли пошаговый контроль своих действий на основе маршрутного листа. Игроки занимались поиском необходимой информации для выполнения учебных заданий с использованием найденных подсказок в тайниках и с помощью открытых образовательных ресурсов Интернет. В процессе поиска ответов на вопросы у участников развивались умения отбирать необходимую информацию из источников. В конце игры команды на доске выстроили ленту времени, где правильно расположили все периоды развития

вычислительной техники. Команды с достаточной полнотой и точностью выражали свои мысли в соответствии с задачами, правильно объясняли свой выбор и аргументировали его. После геокешинга участники были ориентированы на самоанализ и самооценку результатов по заранее разработанным критериям.

Вовлекаясь в игру-геокешинг, учащиеся не обращали внимания на то, что в ее процессе им приходилось решать серьезные задания. Атмосфера такого мероприятия позволила участникам проявить свои способности в большей мере, чем на стандартном занятии. Применение игровой технологии геокешинга во внеурочной деятельности обеспечило большой интерес у детей. Бодрое рабочее настроение сохранилось до конца игры. Апробировав игру – геокешинг, можно говорить о том, что игра облегчает преодоление трудностей в усвоении учебного материала. Разнообразные активные игровые действия, при помощи которых решается та или иная задача, поддерживают и усиливают интерес детей к учебному предмету, а также повышают познавательную активность учащихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бем Н.А., Тряпкина Е.В., Синаторов С.В. Геокешинг в контексте современного образования // Международный научно – исследовательский журнал. – 2016. - № 7-2 (49).- С.6-7.

2. Геокешинг. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.geocaching.ru/?pn=11> (Дата обращения: 03.04.2017)

3. Федеральный государственный образовательный стандарт общего образования. [Электронный ресурс].URL: <http://минобрнауки.рф> (Дата обращения: 03.04.17)

УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ИКТ-КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

Аннотация. Данная статья посвящена развитию ИКТ-компетентности преподавателей педагогического вуза. В статье говорится о том, что в современных условиях педагогу недостаточно быть только пользователем, необходимо говорить о повышении ИКТ - компетентности педагога, являющейся его профессиональной характеристикой, показателем его педагогического мастерства. При этом преподаватель не только образовывает, развивает и воспитывает обучающегося, но с внедрением новых технологий получает мощный стимул для самообразования, профессионального роста и творческого развития.

Ключевые слова: ИКТ- компетентность, преподаватель ВУЗа, развитие ИКТ-компетентности, информационные-коммуникационные технологии.

В системе высшего образования повышаются требования к профессиональной компетенции современного педагога. Функции современного преподавателя радикально меняются. Среди первостепенных задач системы педагогического образования выделяется задача обеспечения соответствующего уровня профессиональной подготовленности педагогических кадров, предполагающая также владение ими информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ) [4, 2].

Владение информационными и коммуникационными технологиями преподавателями вузов является основой повышения качества образования. Использование средств ИКТ для создания учебно-методического обеспечения позволяет повысить эффективность образовательного процесса. Компетентное использование ИКТ преподавателем увеличивает педагогическое воздействие на формирование творческого потенциала обучающегося [1, 3].

Развитие профессиональной компетенции - это развитие творческой индивидуальности педагога, формирование готовности к принятию нового, развитие восприимчивости к педагогическим инновациям. Основными качествами, которыми должен обладать педагог, можно считать следующие: стремление к личностному развитию, креативность; мотивация и готовность к инновациям; понимание современных приоритетов образования.

В современных условиях преподаватели, которые применяют средства информационных технологий (мультимедиа, планшеты, аудиовизуальное оборудование), при проведении лекции, практических занятий, умеют сами разрабатывать электронные образовательные ресурсы для применения в своей профессиональной деятельности, более востребованы на рынке труда, нежели преподаватели, которые не обладают такими навыками. Вне зависимости от характера дисциплины, современный преподаватель должен владеть ИКТ-компетентностью на достаточном для современных условий уровне.

Важным условием развития ИКТ-компетентности преподавателя является внутренняя система повышения квалификации в этой области в образовательном учреждении. В связи с возрастанием требований к уровню профессиональной деятельности педагогов, к умению создавать высококачественные методические материалы, цифровые образовательные ресурсы, для преподавателей Павлодарского государственного педагогического института был разработан курс «Развитие ИКТ-компетентности ППС в условиях информатизации образования». Обучение на курсах успешно прошли 3 группы преподавателей по 14 человек (25% от общего числа педагогического состава вуза).

Цель курса - сформировать у ППС систему знаний, умений и навыков в области использования информационных и коммуникационных технологий в обучении.

Актуальность курса обусловлена необходимостью подготовки профессорско-преподавательского состава вуза к созданию цифровых образовательных ресурсов по преподаваемым дисциплинам.

Освоение курса позволит преподавателю:

- овладеть навыками в области использования возможностей современных средств ИКТ в образовательной деятельности;
- освоить современные приемы и методы использования средств ИКТ при проведении разных видов учебных занятий;
- овладеть средствами информатизации для представления учебных материалов.

В результате обучения ППС должны уметь применять в профессиональной деятельности следующие средства инструментальной компьютерной среды (ИКС):

- инструменты организации обучения на уроке (демонстрации, практикумы, лаборатории);
- инструменты – компьютерные аналоги средств организации урока: электронные журнал, рабочий план, учет статистики успеваемости учащихся;
- инструменты профессионального сетевого взаимодействия с коллегами;
- инструменты дистанционного обучения;
- инструменты тестирования и аттестации учащихся.

Перед проведением курса был проведен анализ уровня ИКТ-компетентности преподавателей и изучены их предпочтения с помощью анкетирования. В анкетировании участвовали все преподаватели, впоследствии записавшиеся на курс. По результатам данного анкетирования 43% - используют ИКТ в профессиональной деятельности, 37% опрошенных стремятся, но не владеют новыми технологиями, 20% - хотели бы повысить ИКТ-компетентность. Далее был составлен план-график по конкретным ИКТ компетенциям, которые оказались для преподавателей более важными (табл. 1).

Таблица 1. План-график «Расширенные ИКТ компетенции ППС»

	Тема занятия	Количество час/Вид занятий	Умения
	«Создание презентаций в MS Power Point»	8 ч. - практика	- создание презентаций в Power Point; - создание шаблонов презентаций; - элементы оформления (шрифт текста, его размер и цвет, цвет и рисунок фона, размер и положение рамок для текста и др.); - создание электронных таблиц; - стиль, цвет и эффекты для рисунков SmartArt; - возможность включения в демонстрацию презентации различных анимационных и мультимедийных эффектов; - вставка видео и аудио файлов; - настройка показов слайдов.
	Разработка учебных курсов в инструментальной среде Ispring Suite8.	16 ч – практика	- начало работы с Ispring Suite8; - обзор функционала Ispring Suite8; - цветовое оформление презентации (цвет текста, фон презентации); - создание теста (добавление вопросов, группировка вопросов); - настройка тестов (внешний вид теста, оценивание теста, настройка правил тестирования). - создание интерактивности (книга, каталог, временная шкала, вопрос-ответ). - аудио и видео сопровождение (запись, синхронизация аудио, добавление фоновых звуков). - вставка объектов на слайд (вставка видео, персонажа, web-объектов, flash-ролика).

	Проектирование и создание видеолекций на основе использования специализированного ПО Camtasia Studio.	9 ч - практика	- запуск программы Camtasia Studio (возможности и установка); - запись видео; - добавление на существующее видео анимации, сносок, различной графики, текста. - вырезание, соединение и разрезание ленты. Добавление видеоклипов; - добавление и редактирование аудиофайлов; - сохранение видео с использованием различного размера экрана в расширение AVI;
	Создание тестовых заданий в АИС «Platonus».	10 ч - практика	- создание тестов: - с одним правильным ответом; - с несколькими правильными ответами; - ассоциативный тест; - создание закрытого теста;

Основные формы проведения занятий на курсах - практические задания, мастер-классы. Курс начался с изучения первой темы «Создание презентаций в MS Power Point». Было рассмотрено главное меню программы, панель инструментов, область задач, область просмотра слайда. Мастер-класс продолжился объяснением создания эффектов анимации и переходов слайдов, было показано множество шаблонов, таких как фотоальбомы, календари и расписания, возможность загрузки аудио и видео файлов в презентацию. Преподавателям необходимо было спроектировать и разработать презентацию к лекционному занятию.

Вторая тема курса «Работа в инструментальной среде Ispring Suite8», которая вызвала особый интерес у преподавателей, поскольку позволяет создавать качественные учебные материалы для дистанционного обучения. Программа предоставляет широкий функционал для создания полноценного электронного учебно-медицинского комплекса. Организаторами курса были

продемонстрированы все возможности данной среды, для того, чтобы педагог мог создать полноценный курс по своей дисциплине. Занятия по освоению и использованию инструментальной среды Ispring Suite8 для разработок учебных курсов, были наиболее продуктивными и интересными для преподавателей по их отзывам.

Третья тема «Работа в Camtasia Studio» позволила преподавателям создать авторское учебное видео, они научились вести съемку, вырезать и соединять ленты, добавлять видеоклипы, правильно сохранять, разобрались в расширениях видео.

Четвертая тема «Создание тестовых заданий в АИС «Platonus» была посвящена созданию тестов с помощью специального дизайнера тестов, который позволяет создавать и структурировать тестовые задания, обеспечивает возможность вставки изображения, формул, графиков. АИС «Platonus» поддерживает создание пяти типов тестов. Эта тема была актуальной, так как автоматизированное тестирование обучающихся занимает важное место в учебном процессе. Педагог заинтересован научиться правильно создавать и загружать тестовые задания.

В ходе проведения курса были выполнены поставленные задачи: развиты практические умения создавать презентации к занятиям и учебные видеоролики, разрабатывать учебно-методические комплекты для своих дисциплин, аттестационные материалы для образовательного процесса. Слушателями курса были высказаны предложения о регулярном проведении мастер-классов для повышения ИКТ-компетентности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.И. Педагогика высшей школы. Инновационно - прогностический курс / В.И. Андреев. – Казань: Центр инновационных технологий, 2005. - 500 с.

2. Захарова И.Г. Подготовка будущих педагогов и особенности современного контекста образования// И.Г. Захарова// Образование и наука. - 2015. -№ 5. - С. 105 -118.

3. Лапчик М.П. ИКТ-компетентность педагогических кадров// Монография / М. П. Лапчик ; Российская акад. образования, Омский гос. пед. университет, Омский науч. центр РАО. Омск, 2007.- 144 с.

4. Лапчик М.П., Федорова Г.А. Инновационный подход к подготовке педагогических кадров в области информатизации образования// Преподаватель XXI век. 2016. Т. 1. № 4. С. 28-41.

Б.Т.Солиева, Д.Т.Мухамедиева

*Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при Ташкентском университете информационных технологий,
г.Ташкент*

УДК 519.71(575.1)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМИ УСЛУГАМИ

Аннотация. За последнее десятилетие технология телекоммуникационной сети значительно видоизменилась, она стала интеллектуальной и проникла во все сферы деятельности общества, стала неотъемлемой его частью. В статье рассматривается эффективность и качество управления телекоммуникационными услугами на основе интеллектуального анализа данных.

Ключевые слова: телекоммуникация, интеллектуальный анализ, принятие решение, управление.

1. Введение

В связи с бурным развитием IP-технологии, связанной с возможностью передачи и обработки различных услуг связи по одним и тем же транспортным сетям, возникла необходимость пересмотреть концепции построения самих транспортных сетей связи и управления ими.

Составной частью современных сложных телекоммуникационных сетей являются распределенные системы управления и мониторинга, к которым должны предъявляться очень высокие требования по качеству функционирования с целью поддержания высокого уровня работоспособности сетевых элементов и качественного обеспечения как доставки услуг до потребителя, так и внедрения новых услуг связи. Обеспечение качественной работы всех видов услуг, предоставляемых телекоммуникационной сетью, уже невозможно без эффективного комплексного управления состояниями её элементов и информационных потоков. Задача управления сетью электросвязи состоит в том, чтобы предоставить оператору возможность нормативной эксплуатации и технического обслуживания сети с минимальными затратами, при этом обеспечивая необходимый уровень услуг.

Другой важной задачей, определяющей устойчивость функционирования системы телекоммуникации в целом является требование к доставке абоненту (потребителям услуг) достоверной информации, передаваемой по каналам связи. При современных сверхвысокоскоростных волоконно-оптических системах передачи информации даже, кратковременные внешние и внутренние факторы влияния могут вызвать, так называемые «потери пакетов данных». Обнаружение таких пакетов обуславливает необходимость их повторной передачи. Это прежде всего вызывает запаздывание доставляемой абоненту сообщения на время обнаружения и повторной передачи «потерянного пакета данных», ухудшает качество предоставляемых услуг и следовательно отрицательно влияет на рыночный имидж оператора телекоммуникации, особенно международного оператора.

2. Постановка задачи. В соответствие с рекомендациями международного союза по электросвязи управление телекоммуникационных сетей строится по четырехуровневой схеме: уровень управления элементами сети; уровень управления сетью; уровень управления услугами; уровень управления бизнесом.

Критериями управления бизнесом, например, являются доходность сети D и инвестированность сети I , за определенный промежуток времени ΔT . Критериями уровня управления услугами, например, являются объём использования услуг V_S и качество предоставляемых услуг Q_S , за время ΔT .

Критериями уровня управления сетью, например, являются степень производительности сети в целом ρ и по трактам ρ_T , уровень загрузки (трафика) Y сети, степени готовности K_r , ремонтпригодности K_p и контролепригодности K_k сети, степень (объём) обновления таблиц маршрутизации V_M , время изменения конфигурации сети ΔT_r DTR с момента изменения сетевой ситуационной обстановки S_N , степень безопасности от несанкционированного доступа S_e , достоверность передачи данных в сети D_s и т.д.

Критериями уровня управления элементами сети (канал, тракт, линия связи, узел коммутации, маршрутизатор, состав и состояние их программного обеспечения и т.д.) являются степени работоспособности O_p в зависимости от их состояний W_E , которые формируются на основе измеряемых характеристик e_q , свойственных конкретным элементам, степени контролепригодности K_K , зависящие от вектора контролируемых параметров $\bar{e}$ элементов сети (N_E). При этом эти состояния можно разбить на классы: W_p - работоспособные, $W_{по}$ - предотказные, W_o – отказные. Последние два класса могут возникать из-за блокировок, вызванных резким повышением нагрузки, нарушениями и повреждениями (дефектами) d , возникающими случайно в платах, блоках и составных частях элементов сети.

Естественно с точки зрения управления для достижения правильного функционирования сети необходимо знать своевременно точное её состояние и своевременно устранять предотказные $W_{по}$ и отказные W_o рисковые состояния, с целью минимального потери качества Q_s услуг и максимума удержания объёма обслуживания услуг V_s .

Таким образом, эффективность и качество управления сетью существенно зависит от эффективности функционирования уровня управления элементами.

В связи с этим построим формальную зависимость критериев уровней управления.

На первом уровне

$$\begin{aligned} O_{p_j} &= f_{11}(W_{E_j}), j = \overline{1, m}; \\ K_{K_j} &= f_{12}(\bar{e}), K_{K_j} \in [0, 1], \end{aligned}$$

где m – количество элементов сети, K_{K_j} - коэффициент контролепригодности элемента сети, зависящий от количества контролируемых параметров (контрольных точек) и их информативности.

На втором уровне

$$S_N = f_{21}(O_{p_1}, O_{p_2}, \dots, O_{p_m}); K_P = f_{22}(\vec{O}_P, \vec{K}_K); K_{\hat{A}} = f_{23}(K_P, K_K); \rho = f_{24}(\vec{O}_P, Y, K_{\hat{A}}); \\ \Delta T_R = f_{25}(S_N, K_{\hat{A}}); V_M = f_{26}(S_N, \Delta T_R, K_{\hat{A}}); S_e = f_{27}(\vec{O}_P, K_K); Ds = f_{28}(S_N, K_{\hat{A}}, S_e).$$

На третьем уровне

$$V_S = f_{31}(\rho, V_M, K_{\hat{A}}); Q_S = f_{32}(\rho, S_e, Y, Ds, K_{\hat{A}}).$$

На четвертом уровне

$$D = f_{41}(V_S, Q_S); I = f_{42}(D, Q_S).$$

Главная задача базисных составляющих систем телекоммуникации (аппаратных, программных средств и системы обслуживания) – это обеспечение или восстановление нормального функционирования системы телекоммуникации в течении нормативного периода времени.

В системах телекоммуникации важным является воздействие внешних факторов, выступающих в качестве временного источника.

Особо следует отличать также влияние факторов надежности на характер нарушения устойчивости функционирования системы.

В дальнейшем для повышения эффективности и качество управления телекоммуникационными услугами предполагается разработать методику оценки риска на рынке телекоммуникационных услуг.

3. Основная часть. Ввиду ограниченности возможностей традиционных методов математического моделирования при решении слабо формализуемых задач, в том числе задач, связанных с риском, применяются технологии интеллектуального анализа данных. В их основе лежат методы искусственного интеллекта и, особенно, методы мягких вычислений (Soft Calculation, Soft Computing) и зарождающиеся на этой теоретико-методологической базе направления Computational Intelligence – интеллектуальные вычислительные технологии. Основными компонентами этих направлений являются теории нечетких множеств, нечеткого логического вывода, генетических алгоритмов, искусственных нейронных сетей и нейросетевых вычислений. Технология Computational Intelligence позволяет получать решения с приемлемой для

практики точно, путем обучения на доступных исходных данных, имеющихся в ограниченном, неполном объеме, а также представленных в качественном виде.

Задачи принятия решений по оценке рисков в зависимости от условий неопределенности разделяют на два типа:

1) задачи принятия решений в условиях, когда исходные данные имеют стохастический характер;

2) задачи принятия решений в условиях, когда исходные данные имеют нестохастическую природу, а необходимые доверительные пределы параметров исследуемых процессов неизвестны или определены нечетко.

В задачах второго типа риски проявляются в более значительной степени, чем первого, так как при решении задач нужно учитывать не только статистический неопределенность, но и лингвистический. При этом следует рассматривать риск как информационную неопределенность и нечеткость системы и ее отдельных элементов. Мера этой неопределенности определяет меру опасности, возможного ущерба, проигрыша от реализации какого-то решения или события. Исходя из этого, следует выделить основное свойство риска: риск имеет место только по отношению к будущему и неразрывно связан с прогнозированием, а значит и с принятием решений по оценке риска. В этой связи моделирование является неотъемлемым инструментом анализа оценки риска, где предпочтение отдаётся нечеткому моделированию.

Следует отметить, что разработка моделей оценки риска с учётом факторов неопределенности имеет ряд особенностей.

Во-первых, основным отличием моделей, разрабатываемых и оцениваемых с учетом неопределенности, является то, что условия их реализации и результаты считаются недетерминированными. В связи с этим приходится принимать во внимание все возможные значения параметров моделей.

Во-вторых, влияние факторов риска и неопределенности неизбежно приводит к тому, что содержание и состав моделей существенно меняются.

Это обстоятельство обуславливает необходимость применения новых, усовершенствованных методов, технологий и инструментов моделирования по оценке рисков и выводить результирующие нечеткие выводы.

Достоинством нечеткой логики является возможность использования экспертных знаний о структуре объекта в виде лингвистических высказываний. Однако аппарат нечеткой логики не содержит механизмов обучения. Объединение нечеткой логики с нейронными сетями дает принципиально новое качество. Получаемая в результате такого объединения нейронечеткая сеть обладает интеллектуальными свойствами использования знаний на естественном языке

Поэтому разработка моделей и алгоритмов оценки риска, основанные на нечетких правилах вывода и нейронных сетях является актуальной проблемой.

Предложен метод оценки прогнозирования на основе аппроксимирующих моделей нечеткого вывода при нечетко заданной исходной информации об оценке риска.

Построение нечетких моделей рисков, как правило, начинается с качественного анализа, целью которого является идентификация рисков. Достижение данной цели распадается на решение следующих задач: выявление всего спектра рисков; описание рисков; классификация и группировка рисков; анализ исходных допущений.

Вторым и наиболее сложным этапом построения нечетких моделей рисков является количественный анализ рисков, целью которого является измерение риска, что обуславливает решение следующих задач: формализация неопределённости; расчёт рисков; оценка рисков; учёт рисков.

На третьем этапе происходит построение нечетких моделей рисков и начала её реализации.

Четвертый этап – контроль.

Модель оценки риска описывается с помощью нечетких правил вывода:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \left(\bigcap_{i=1}^n x_i = a_{i,jp} - c \text{ весом } w_{jp} \right) \rightarrow r = f(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (1)$$

Здесь $a_{i,jp}$ - лингвистический терм, которым оценивается переменная x_i в строчке с номером jp ;

w_{jp} - весовой коэффициент правила с порядковым номером jp ;

$r = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - выход нечеткого правила.

Нечеткие логические уравнения (типа если <вход>, то <выход>) вместе с функциями принадлежности нечетких термов позволяют принимать решение по оценке рисков с использованием следующего алгоритма:

1. Фиксируются значения параметров состояния объекта:

$$X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*).$$

2. Определяются значения функций принадлежности $\mu^j(x_i^*)$, при фиксированных значениях параметров $x_i^*, i = \overline{1, n}$.

3. Используя логические уравнения, вычисляются значения функций принадлежности $\mu^{r_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ при векторе состояния $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$.

4. Определяется решение r_j^* , для которого:

$$\mu^{r_j^*}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = \max_{j=\overline{1, n}} [\mu^{r_j}(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)].$$

Суть обучения состоит в подборе таких параметров функций принадлежности, которые минимизируют различие между результатами нейронечеткой аппроксимации и реальным поведением объекта. Для обучения используется система рекуррентных соотношений:

$$b_k^j(t+1) = b_k^j(t) - \eta(r_t - \hat{r}_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) \right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2c_k^j(x_i^j - b_k^j)^2}{((c_k^j)^2 + (x_i^j - b_k^j)^2)^2}, \quad (2)$$

$$c_k^j(t+1) = c_k^j(t) - \eta(r_t - \hat{r}_t) \frac{r_j \sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) - \sum_{i=1}^m r_i \mu^{r_i}(r_i)}{\left(\sum_{i=1}^m \mu^{r_i}(r_i) \right)^2} \frac{1}{\mu^k(x_i^j)} \prod_{i=1}^n \mu^j(x_i^j) \frac{2(c_k^j)^2 (x_i^j - b_k^j)}{((c_k^j)^2 + (x_i^j - b_k^j)^2)^2}.$$

Алгоритм обучения нейронечеткой сети состоит из двух фаз. На первой фазе вычисляется модельное значение выхода объекта (r), соответствующее

заданной архитектуре сети. На второй фазе вычисляется значение невязки (E_t) и пересчитываются параметры функций принадлежности.

По итогам проведенного исследования получен прогноз оценки рисков, основанный на построении аппроксимирующих моделей с использованием обучающих и тестирующих данных о риске (рис.1). Графики этих зависимостей приведены на рис.2.

Здесь ФАКТ - фактическое значение риска;
Model1 – риск, определенный по нечеткой модели 1;
Model2 – риск, определенный по нечеткой модели 2;
Model3 – риск, определенный по нечеткой модели 3;
Neyronoravshan1 – риск, определенный по нейронечеткой модели.

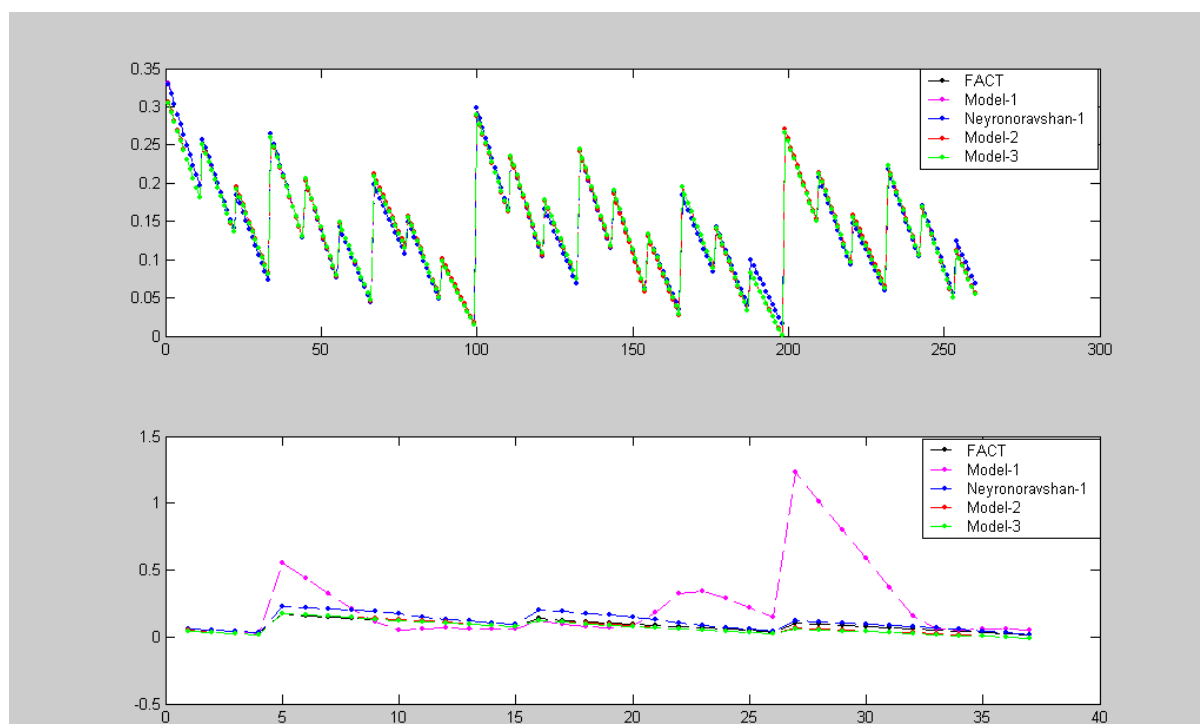


Рис.1. График оценки риска для обучающих и тестирующих данных

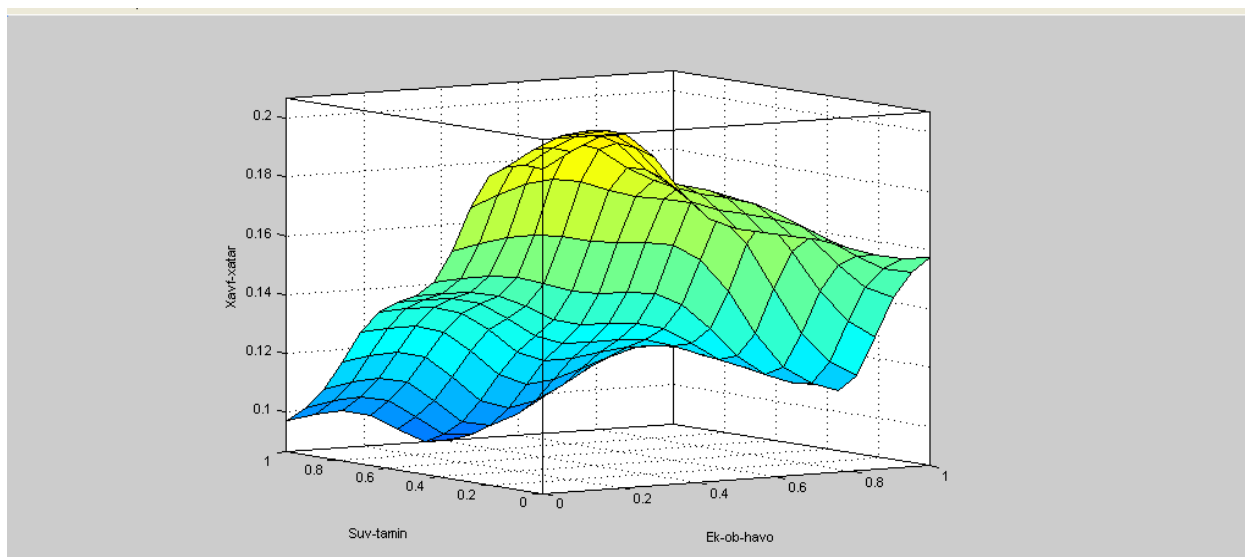


Рис.2. Поверхность “входы-выход” для оценки риска

4. Заключение. Разработаны алгоритмы принятия решений по оценке рисков на основе моделей нечеткой параметрической оптимизации с дополнением системы ограничений стандартной задачи набором ограничений по потерям, которые описываются при помощи нечетких множеств.

Разработаны программные средства интеллектуальной обработки информации для решения задач оценки, прогнозирования и принятия решений по риску в слабо формализуемых системах.

Получены оценка и прогноз рисков, основанный на построении аппроксимирующих моделей с использованием экспертных данных о риске.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевцова Ю.В. Актуальность внедрения системы управления рисками в телекоммуникационных компаниях // Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Новосибирск, 2008. с. 309–310.
2. Шевцова Ю.В. Методические подходы и практические приемы операционного риск-менеджмента в компаниях телекоммуникационного сектора // Вестник СибГУТИ 2009. №1. С. 53 – 68.

3. Канев В.С. Управление операционными рисками на байесовских сетях // Третья азиатская международная школа-семинар «Проблемы оптимизации сложных систем», Киргизия, Иссык-Куль, 2007.
4. Бунцев И. А., Канев В. С. Интегрированный риск-менеджмент в телекоммуникационных компаниях // Российская научно-техническая конференция «Информатика и проблемы телекоммуникаций», Новосибирск, 2007.
5. T.F.Bekmuratov, D.T. Mukhamedieva. Fuzzy approach to the problem of prediction of risk reduction fertile soil // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012. P. 39-43.
6. D.T. Mukhamedieva, R.X. Shodimetov. Application of artificial immune systems to solve optimization problems // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012. P. 50-53.
7. D.T. Mukhamedieva. Approach to problem solving multicriterial optimization with fuzzy aim // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012.P.59-64.
8. X.A.Primova. Issues decision on the assessment of risk in a turbulent // Proceedings of WCIS-2012, b –Quadrat Verlag. 2012. P. 78-81.
9. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т., Примова Х.А. Принятие слабоструктурированных решений на основе нечеткого интеграла // Научный журнал «Проблемы информатики». -Новосибирск. 2015. Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Вып.1. -С. 33-39.
10. Бекмуратов Т.Ф., Дадабаева Р.А., Мухамедиева Д.Т. Принятие слабоструктурированных решений в задачах селекции в нечеткой среде // Научный журнал «Проблемы информатики». -Новосибирск. 2015. Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН. Вып.1. -С. 40-46.

СОЗДАНИЕ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНЫХ УРОКОВ С КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКОЙ НА ОСНОВЕ МОДУЛЕЙ VBA В СРЕДЕ MICROSOFT POWER POINT

Аннотация: в статье озвучена проблема создание средств автоматизации разработки интерактивных уроков с компьютерной поддержкой в среде Microsoft Power Point на основе модулей VBA. Представлен пример реализующий указанный подход.

Ключевые слова: VBA, исследования, темы

В наше время на уроках информатики, да и не только все чаще начинают использоваться интерактивные технологии. Именно интерактивное обучение развивает личность обучающегося, его активности. Так же интерактивное обучение повышает мотивацию обучения, развивает интеллектуальную деятельность учащегося, облегчает восприятие нового материала.

В своей выпускной квалификационной работе я хотел бы предложить те же интерактивные технологии, но также с компьютерной поддержкой на основе модулей «Visual Basic for Application». Данная доработка позволит учителю, не выходя из этой же презентации (подготовленной ранее) подготовить задания для проверки знаний, которые ученик усвоил, просмотрев данную презентацию.

Кроме обычных слайдов презентация будет иметь один или несколько слайдов с названиями «Тест», «Контрольная работа» и т.д.

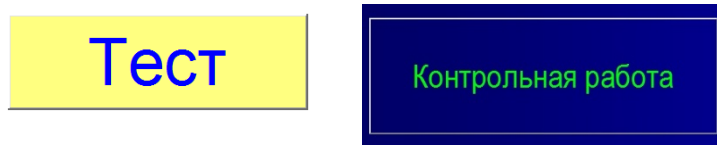


Рис.1.

Данные кнопки, которые создаются с помощью модулей VBA и запускают проверочную работу как бы внутри презентации.

После нажатия на кнопку раскрывается окно регистрации, в котором ученик должен будет ввести свои данные такие как: Фамилия, Имя и класс.

Регистрация

Введите данные

Фамилия

Имя

Класс

Рис.2.

После введения учеником данных он нажимает на кнопку «Начать» и открывается следующее окно, которое содержит сами задания, поля для ответов и кнопку проверить. Отвечать на вопросы учащийся может в любом порядке, переключаясь между полями ввода с помощью клавиши «Tab». Как только учащийся ответил на все вопросы, он нажимает кнопку проверить и открывается следующее окно.

Работа

Ответы на задания вводятся большими буквами!

- 1) С помощью какого оператора рисуется точка?
- 2) Чему равно значение R в операторе CIRCLE (5, 90), 30, 15?
- 3) С помощью какого оператора рисуется линия?
- 4) Укажите верную запись оператора.

☐ LINE (100, 100) – (200, 200), 2
☐ LINE (100; 100) – (200; 200), 5
☐ LINE (100, 100) – (200, 200) 5, B
☐ LINE (100-100) – (200-200) 7, ,
- 5) Какой символ добавляется для рисования прямоугольника?
- 6) Какой оператор задаст цвет текста и фона?
- 7) С помощью какого оператора рисуется окружность?




Рис.3.

Рассмотрим код данного окна. В данной части у нас описываются поля для ввода ответов. Если ответ, указанный учеником правильный, то программа прибавляет один балл.

Ball = 0

If TextBox1.Text = "LINE" Then

Ball = Ball + 1

End If

If TextBox2.Text = "PAINT" Then

Ball = Ball + 1

End If

If TextBox3.Text = "90" Then

Ball = Ball + 1

End If

If TextBox4.Text = "PSET" Then

```

        Ball = Ball + 1
    End If
    If OptionButton1.Value = True Then
        Ball = Ball + 1
    End If
    If TextBox5.Text = "CIRCLE" Then
        Ball = Ball + 1
    End If
    If TextBox6.Text = "B" Then
        Ball = Ball + 1
    End If

```

Далее идёт выставление оценки следующим образом: программа баллы, которые набрал ученик и баллы, которые нужны для какой-либо оценки сравнивает, а затем выставляет оценку.

```

UserForm3.LabelOzenka.Caption = ""
If Ball < 3 Then
    'ImageOzenka2.Visible = True
    UserForm3.LabelOzenka.Caption = "Увы и ах... Попробуем снова?"
End If
If (Ball > 2) And (Ball < 5) Then
    'ImageOzenka3.Visible = True
    UserForm3.LabelOzenka.Caption = "Пока три. Хорошее начало!"
End If
If (Ball > 4) And (Ball < 7) Then
    'ImageOzenka4.Visible = True
    UserForm3.LabelOzenka.Caption = "Черыре! Эх, сорвалась
пятёрка!"
End If
If Ball > 6 Then
    'ImageOzenka5.Visible = True

```

```
UserForm3.LabelOzenka.Caption = "Умничка! Это пятёрка!"
```

```
End If
```

После того как программа выставила оценку она переводит ее в третье окно. Это окно содержит оценку, кнопку «Выход», которая возвращает ученика к презентации и невидимое для учащегося поле «Оценка для учителя».

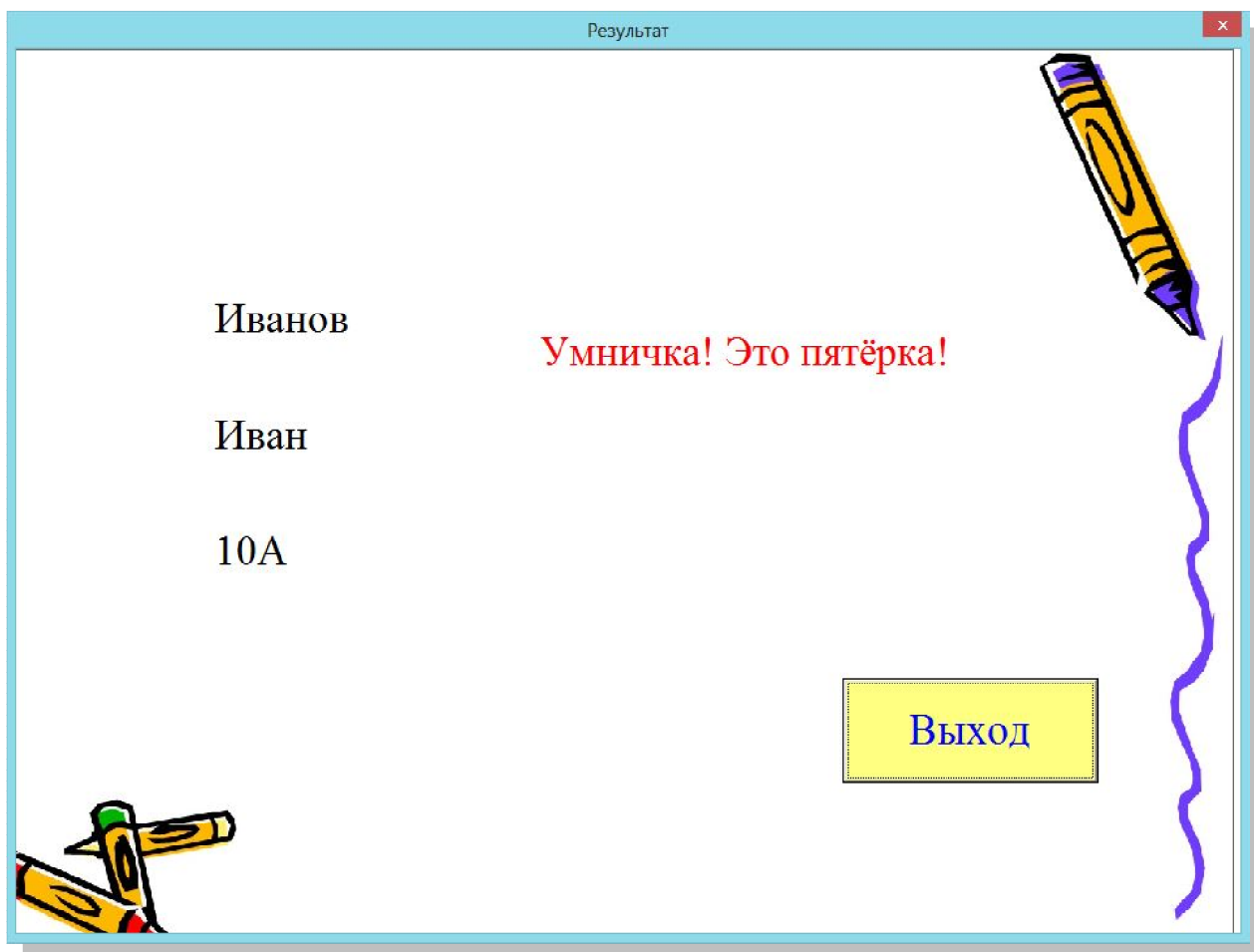


Рис. 4.

В поле «Оценка для учителя» записываются данные ученика (Фамилия, Имя, Класс) и оценка которую он получил.

Учащийся нажимает кнопку «Выход». Программа возвращает его к презентации, если у учащегося возникли какие-то вопросы, он может просмотреть презентацию еще раз, а также сохраняет результат из поля «Оценка для учителя» в документ с названием «Results.dat». Если данный документ не создан, то он создается автоматически.

```
Open "Results.dat" For Append As #1
```

```
    A$ = Label1.Caption + " " + Label2.Caption + ", " + Label3.Caption  
+ " оценка= " + Label4.Caption
```

```
Print #1, A$
```

```
Close #1
```

Документ сохраняется в папку с презентацией, и учитель может в любое время посмотреть результаты своих учеников.

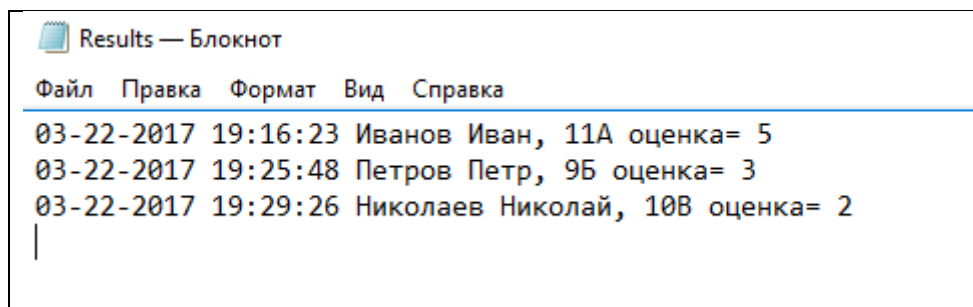


Рис.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цвырко О.Л., Цвырко Н.И. Применение новых информационных технологий в обучении математике. - Межвуз. сб. тр. ИГПИ, 1994, с.91-93
2. Цвырко О. Л., Баврин И. И. Программы контроля на уроках математики. - «Информатика и образование», №1, 2003, с.81-83.
3. Цвырко О.Л., Цвырко Н.И. Как школа может помочь одаренному ребенку //Материалы областной научно – практической конференции ТОГИРРО. – Тюмень, 2010, с.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХРОМОМАТЕМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДА В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТАХ ШКОЛЬНИКОВ

Аннотация. В статье озвучена проблема использование хромоматематического подхода в научно – исследовательских проектах школьников.

Ключевые слова: хромоматематика, исследования, темы.

Часто школьники сталкиваются с выбором проблематики работ для своих исследований. Нужны новые подходы, области, которые могут вызвать интерес и, одновременно, быть в меру доступными. Одним из таких новых подходов является применение методов хромоматематики для выбора тем математики и по другим наукам. В ходе некоторых исследовательских работ были обнаружены и доказаны многочисленные интересные закономерности. Например, мы исследовали положение целочисленных прямоугольных треугольников на координатной плоскости, и вывели свою теорему о коэффициентах Пифогорейского треугольника.

Пред нами стояла задача построение хромоматематических моделей в случае прямоугольных треугольников и изучение их свойств на основании построенных моделей. Мы построили координатную плоскость в Excel, где значение на оси было равно значению одного из катетов прямоугольного треугольника.

*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

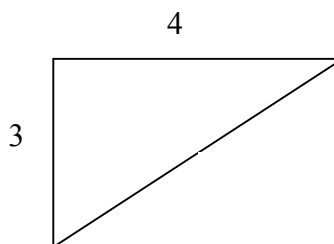


Рис.1.

В пустые ячейки Excel мы записали формулу для расчета гипотенузы:

=КОРЕНЬ((СТОЛБЕЦ()-1)^2+(СТРОКА()-1)^2). И, вот, что мы получили:

*	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,41	2,24	3,16	4,12	5,1	6,08	7,07	8,06	9,06
2	2,24	2,83	3,61	4,47	5,39	6,32	7,28	8,25	9,22
3	3,16	3,61	4,24	5	5,83	6,71	7,62	8,54	9,49
4	4,12	4,47	5	5,66	6,4	7,21	8,06	8,94	9,85
5	5,1	5,39	5,83	6,4	7,07	7,81	8,6	9,43	10,3
6	6,08	6,32	6,71	7,21	7,81	8,49	9,22	10	10,8
7	7,07	7,28	7,62	8,06	8,6	9,22	9,9	10,6	11,4
8	8,06	8,25	8,54	8,94	9,43	10	10,6	11,3	12
9	9,06	9,22	9,49	9,85	10,3	10,8	11,4	12	12,7

Рис.2.

Построение хромоматематической модели чаще всего базируется на общепринятых шкалах цветов и исходя из психо-физиологических аспектов восприятия цветов.

После нормализации нашей таблицы мы разукрасили ее с помощью модуля хромоматематической поддержки таблиц Excel – НММ.xlsm.

В данном исследовании мы выбрали биградиентную модель: НММ_GRADIENT_RED; Red gradient. Она используется для показания «плавного» (градиентного) перехода от одного цвета к другому.

Пример: Красный-черный

227	195	166	141	118	98	79	63	48	34	22	10	0
-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	---

Рис.3.

На полученной картинке наблюдаем закономерность прямоугольных треугольников: целочисленные треугольники исходят лучами из начала координат, и близкие к целочисленным.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1	Set	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2	1	105	60	41	31	25	21	18	15	14	12	11	10	9	9	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5
3	2	60	211	154	120	98	82	71	62	55	50	45	42	39	36	33	31	29	28	26	25	24	23	22	21
4	3	41	154	61	0	211	180	157	138	124	112	102	94	87	81	75	71	66	63	60	57	54	51	49	47
5	4	31	120	0	167	102	53	15	240	216	196	179	165	153	142	133	125	118	111	106	100	96	91	88	84
6	5	25	98	211	102	18	206	153	110	75	45	21	0	236	220	206	194	183	173	164	156	149	143	136	131
7	6	21	82	180	53	206	123	55	0	208	168	135	106	81	59	39	22	7	248	235	224	214	204	196	188
8	7	18	71	157	15	153	55	229	160	102	52	9	227	195	166	141	118	98	79	63	48	34	22	10	0
9	8	15	62	138	240	110	0	160	79	10	205	153	107	67	31	0	226	201	177	156	137	120	104	89	76
10	9	14	55	124	216	75	208	102	10	185	115	54	0	206	164	125	91	60	31	6	237	216	196	178	161
11	10	12	50	112	196	45	168	52	205	115	36	220	158	102	52	7	221	184	150	120	91	66	42	20	0
12	11	11	45	102	179	21	135	9	153	54	220	141	71	7	205	153	106	63	24	243	210	180	152	126	102
13	12	10	42	94	165	0	106	227	107	0	158	71	247	176	111	53	0	206	161	120	82	47	15	240	212
14	13	9	39	87	153	236	81	195	67	206	102	7	176	98	26	216	156	102	51	5	217	178	141	107	75
15	14	9	36	81	142	220	59	166	31	164	52	205	111	26	203	132	66	5	204	153	105	60	19	236	200
16	15	8	33	75	133	206	39	141	0	125	7	153	53	216	132	54	237	171	109	52	0	205	159	117	76
17	16	7	31	71	125	194	22	118	226	91	221	106	0	156	66	237	159	88	21	214	156	102	51	4	215
18	17	7	29	66	118	183	7	98	201	60	184	63	206	102	5	171	88	10	193	126	63	4	204	153	104
19	18	7	28	63	111	173	248	79	177	31	150	24	161	51	204	109	21	193	116	43	231	167	108	52	0
20	19	6	26	60	106	164	235	63	156	6	120	243	120	5	153	52	214	126	43	221	149	81	17	212	155
21	20	6	25	57	100	156	224	48	137	237	91	210	82	217	105	0	156	63	231	149	72	0	186	122	61
22	21	6	24	54	96	149	214	34	120	216	66	180	47	178	60	205	102	4	167	81	0	178	105	36	227
23	22	5	23	51	91	143	204	22	104	196	42	152	15	141	19	159	51	204	108	17	186	105	28	211	142
24	23	5	22	49	88	136	196	10	89	178	20	126	240	107	236	117	4	153	52	212	122	36	211	134	61
25	24	5	21	47	84	131	188	0	76	161	0	102	212	75	200	76	215	104	0	155	61	227	142	61	239

Рис.4.

В частности, наблюдается факт, что если некоторые катеты треугольника являются катетами Пифагорова треугольника, то катеты треугольника с коэффициентом также будут являться Пифогорейским.

Хромоматематика предполагает активное использование цвета для изображения математических закономерностей. Основой этого подхода является понятие хромоматематической модели. Это позволяет в наглядной форме представить, как простейшие, так и сложные математические закономерности.

Обычно используют программирование. Языки: C, Pascal, Basic, ...

Для школьников мы предлагаем использовать VBA. VBA – Visual Basic for Application – встроенная в офисный пакет MS Office система программирования.

Хромоматематическая модель представляется функцией отображающей:

f: ЧИСЛО -> ЦВЕТ.

Алгоритм создания

Для создания хромоматематических моделей средствами VBA следует соблюдать алгоритм:

1. Создать функцию в модуле HMM.xlsm;
2. Зарегистрировать функцию в файле HMMListModels;
3. Проверить.

Загрузка HMM

Откройте файл MS Excel HMM. xlsm.

Файл содержит макросы, поэтому он может сразу не открыться.

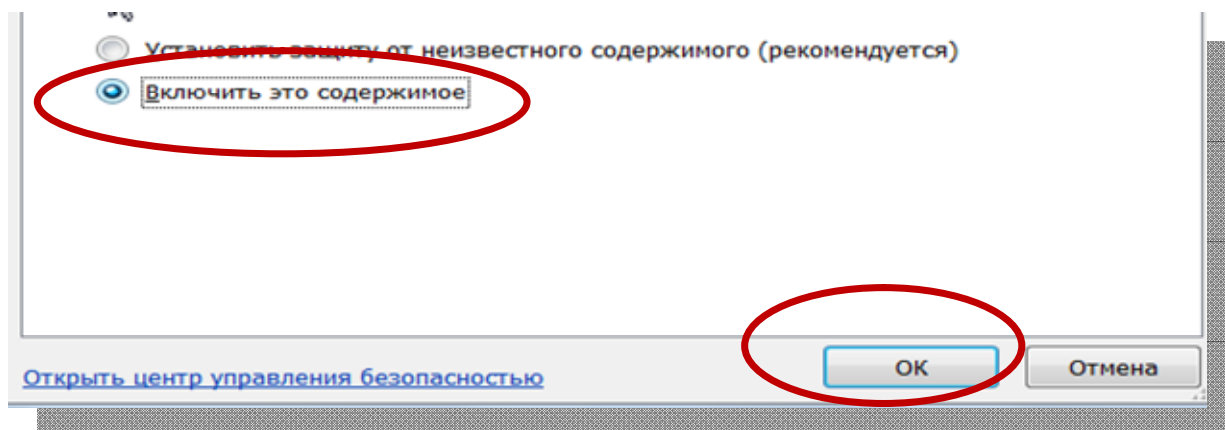


Рис.5.

Далее обратите внимание на вкладку «Разработчик»

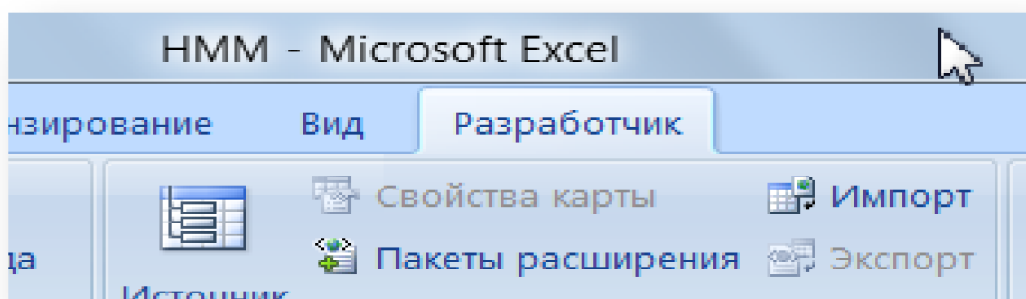


Рис.6.

Параметры

Если данной вкладки в ленте не будет, то ее нужно добавить через параметры Excel.

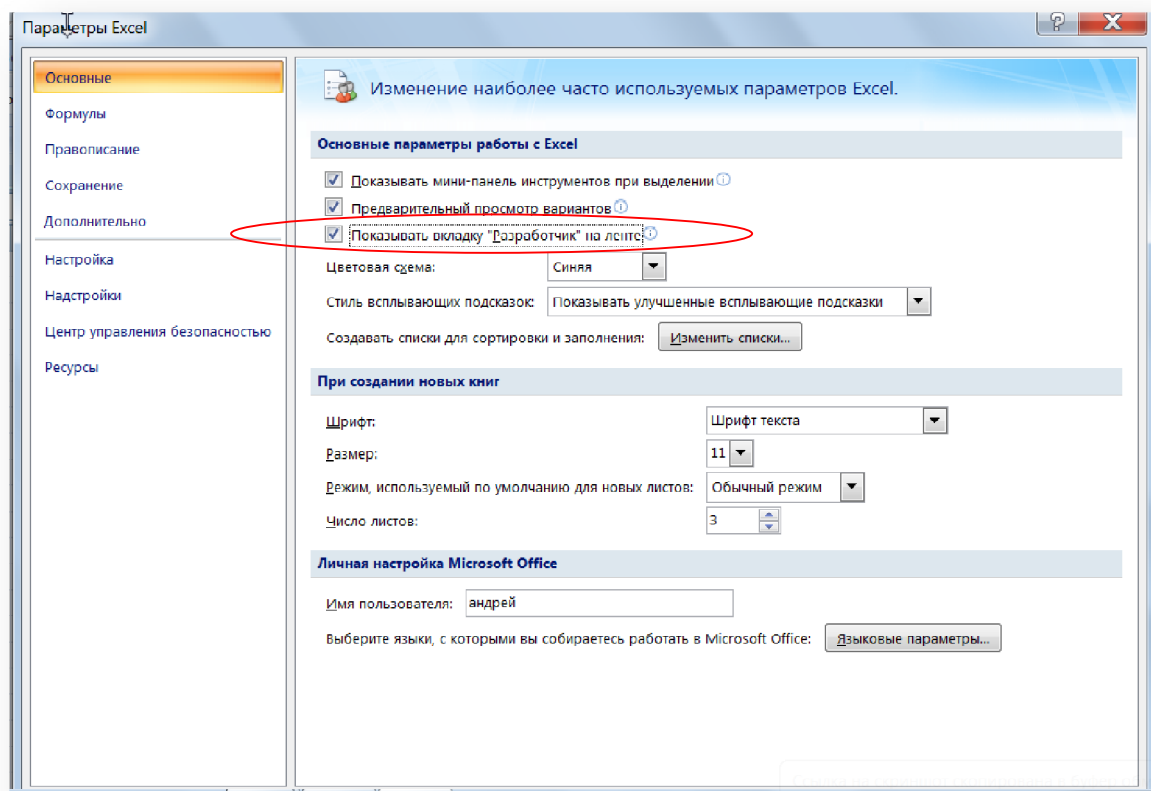
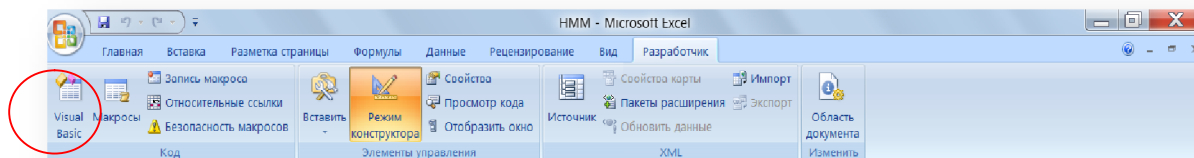


Рис.7.

Visual Basic

Выберите вкладку «Разработчик», затем найдите кнопку Visual Basic.



Перед Вами откроется новое окно, где заранее написан сам код программы хромоматематики.

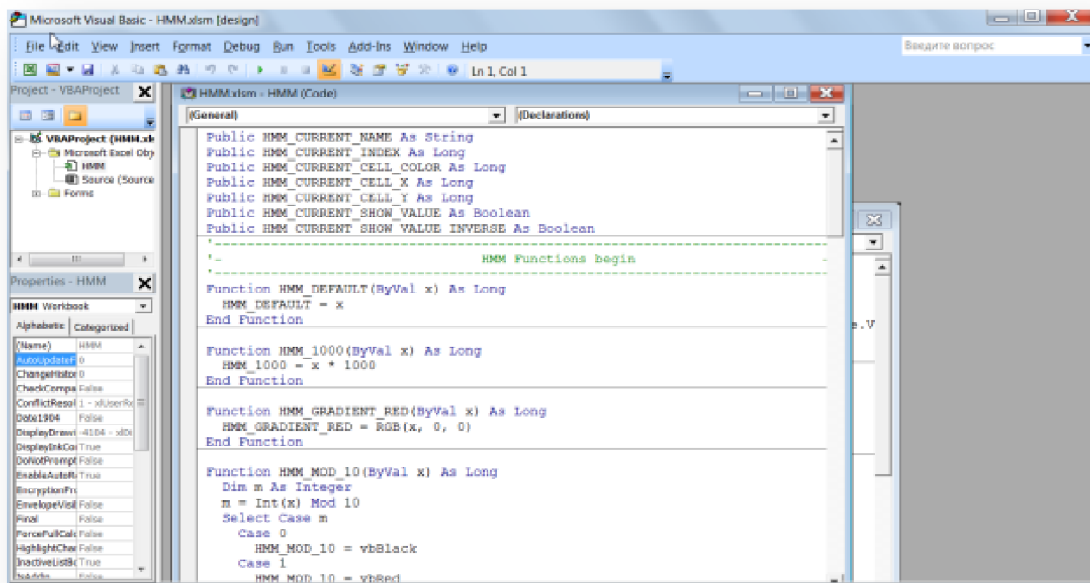


Рис.8.

Хромоматематическая модель

Раскрашивание делаем согласно хромоматематических моделей.

Модель задается функцией «как красить» по схеме:

```
Function HMM_Name (ByVal x) As Long
    расчеты зависимости от x
    расчеты зависимости от x
    расчеты зависимости от x
    HMM_Name = значение_цвета
End Function
```

Пример функции

```
Function HMM_COLORS_INDEX(ByVal x) As Long
    If x <= 5 Then
        HMM_COLORS_INDEX = vbRed
    End If
    If (x > 5) And (x <= 10) Then
        HMM_COLORS_INDEX = vbGreen
    End If
    If x > 10 Then
        HMM_COLORS_INDEX = vbBlue
    End If
End Function
```

Структура функции

Начало функции задается стандартом для VBA

```
Function HMM_Name (ByVal x) As Long
```

Конец функции **End Function**

Имя функции задается любое на усмотрение автора функции, как на русском так и на английском языках. Например: **HMM_COLORS_INDEX**

Описывают переменную функции (**ByVal** x)

Далее идут операторы тела функции.

```
If x <= 5 Then  
    HMM_COLORS_INDEX = vbRed  
End If  
If (x > 5) And (x <=10) Then  
    HMM_COLORS_INDEX = vbGreen  
End If  
If x > 10 Then  
    HMM_COLORS_INDEX = vbBlue  
End If
```

Присваивание цвета

В теле функции обязательно происходит присваивание имени функции результата расчетов.

Например:

```
If x <= 5 Then  
    HMM_COLORS_INDEX = vbRed  
End If
```

Для удобства рекомендуется давать имя функции близкое по смыслу с ее выполнением работы.

Регистрация функции

Откройте текстовый документ



HMMListModels

Запишите название своей функции в список, и через знак “;” запишите краткое описание работы функции (Описать функцию можно и на английском языке, и на русском).

```
HMM_DEFAULT; DEFAULT Hromo mathematic model  
HMM_1000; Description HMM_1000  
HMM_GRADIENT_RED; Red gradient  
HMM_MOD_10; Description HMM_MOD_10  
HMM_COLORS_INDEX; Select color: (x<5)->RED, (x>5)and(x,10)->GREEN, (x>10)->BLUE
```

Использование

Создайте пустой документ MS Excel и подключите макросы.

Выберите:

[Параметры Excel] ->

[Центр управления безопасностью] ->

[Параметры центра управления безопасностью] ->

[Параметры макросов]

Поставьте галочку напротив /Включить все макросы/

Рабочие кнопки

Выберите:

[разработчик] ->

[режим конструктор] ->

[вставить] ->

[пустую кнопку] (автоматически откроется окно значения макросов) ->

[выберите Set Fill Colors] (эта кнопка будет «раскрашивать» объекты). Дайте соответствующее имя кнопке.

Аналогично создайте кнопку для «очистки» объектов. (Clear Fill Color Range Cells) .

Для полноценной работы кнопок отключите режим конструктора.

Раскрашивание

Перед вами уже готовая таблица. Выберите область которую вы хотите «Раскрасить».

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3,0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	6	9	12	15	18	21	24	27
2	6	12	18	24	30	36	42	48	54
3	9	18	27	36	45	54	63	72	81
4	12	24	36	48	60	72	84	96	108
5	15	30	45	60	75	90	105	120	135
6	18	36	54	72	90	108	126	144	162
7	21	42	63	84	105	126	147	168	189
8	24	48	72	96	120	144	168	192	216
9	27	54	81	108	135	162	189	216	243

Рис. 9.

Затем нажмите на кнопку «Раскрасить2»:

Выберите название вашей модели или любой из предложенных, и нажмите на «Select».

Опции

Если вы хотите, чтобы при «Раскрашивании» значение чисел было видно, то не обходимо поставить галочку напротив show cells value.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
3,0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	6	9	12	15	18	21	24	27
2	6	12	18	24	30	36	42	48	54
3	9	18	27	36	45	54	63	72	81
4	12	24	36	48	60	72	84	96	108
5	15	30	45	60	75	90	105	120	135
6	18	36	54	72	90	108	126	144	162
7	21	42	63	84	105	126	147	168	189
8	24	48	72	96	120	144	168	192	216
9	27	54	81	108	135	162	189	216	243

Рис 10.

Современный мир стремительно меняется – меняется и уровень требований к человеческим ресурсам, источником воспроизведения которых в первую очередь являются общеобразовательные школы и университеты. В настоящее время активно обсуждается проблема содержания школьного образования, в том числе вопрос о необходимости введения новых подходов

обучения математике, которые могут вызвать интерес у школьников и студентов и, одновременно, быть в меру доступными. Хромоматематика является одним из таких подходов.

В нашей статье мы показали, что хромоматематический подход возможен не только для «удобства обучения» или наглядной формы выведения результатов, но исследовательский аспект – подталкивающий к новым наблюдениям и выявлению новых закономерностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пифагор Самосский[Электронный ресурс] /Режим доступа: <http://allbiograf.ru>
2. История треугольника[Электронный ресурс] /Режим доступа: <http://nsportal.ru/ap>
3. Кузнецов Э.И. Новые информационные технологии и обучение математике[Текст]/Э.И.Кузнецов, Мат.вшк. -1990.-№5
4. Цвырко О.Л. Выбор тем исследовательских работ учащихся по хромоматематике// Материалы научно- практической конференции ИГПИ [Текст]/ О.Л. Цвырко , И.И. Цвырко.-Ишим,2012
5. Цвырко О.Л. Хромоматематический подход в школьной математике// Материалы областной научно- практической конференции ТюмГУ[Текст]/О.Л. Цвырко , И.И. Цвырко.-Тюмень,2010
6. Домасев М.В. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения[Текст]/М.В. Домасев, С.П. Гнатюк.-Спб.:Питер,2009
7. Аладьев В.З. Системы компьютерной алгебры:Maple: Искусство программирования [Текст]/В.З.Аладьев.-М.:Лаборатория базовых знаний,2006
8. Хьюбел Д.А. Глаз,мозг,зрение[Текст]/Д.А.Хьюбел Издательство: Мир,2003
9. Цвырко О.Л. Основы хромоматематики[Текст]/О.Л. Цвырко , С.О. Цвырко.-Ишим,2013

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗВИТИЮ КРЕАТИВНОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ СРЕДСТВАМИ МАТЕМАТИКИ

Аннотация. В статье приводятся результаты констатирующего и экспериментального этапов педагогического исследования, посвященного поиску путей развития креативности старшеклассников на уроках математики. Приводятся примеры заданий (из разработанного авторами и апробированного на базе «Викуловской СОШ №1» – отделения Ермаковской школы Викуловского района Тюменской области комплекса заданий), направленных на развитие креативного потенциала учащихся. Сделан вывод том, что большинство современных старшеклассников обладают уровнем креативности ниже среднего, но систематическое применение специальных заданий способствует решению данной проблемы.

Ключевые слова: креативность, развитие креативности учащихся, математика, старший школьный возраст.

Введение

Интеллектуальные способности человека, а именно креативность, во все времена привлекала внимание исследователей. Общество постоянно испытывает потребность в творческих личностях, которые были бы способны прогрессивно мыслить, принимать нестандартные решения. Поэтому развитие креативности по сей день остается (и будет оставаться) одной из важнейших задач общего образования. Как отмечают отдельные исследователи (Мешкова Н.В. и др.), не смотря на многообразие исследований по проблеме развития креативности человека, множеству подходов к ее определению и всевозможных рекомендаций по развитию креативных способностей личности, на сегодняшний день все еще имеются мало исследованные вопросы [3].

В частности, к ним относятся исследования развития креативности личности в разные возрастные периоды. Анализ исследований по выбранной теме позволил констатировать недостаточное количество работ по вопросу развития креативности в старшем школьном возрасте. Между тем, этот возраст является благоприятным временем для развития креативных способностей. Имеется ряд исследований по вопросу развития креативности старшеклассников [1,2и др.], в которых подчеркивается, что «подростковый период является сензитивным для развития способности к творчеству» [1; 49].

На сегодняшний день отсутствие системы специально разработанных предметных заданий (в журналах, сборниках научно-практических конференций, методических пособиях и т.д.), которые были бы направлены на развитие креативного потенциала учащихся старших классов средствами того или иного предмета, является серьезной педагогической и методической проблемой.

Гипотеза исследования

Основными задачами проведенного исследования стало знакомство с основными подходами к определению понятия креативность, анализ опыта работы учителей по развитию креативности с целью выявления общих черт для последующей разработки типовых заданий, а также разработка комплекса математических заданий и упражнений на развития креативности старшеклассников на уроках математики.

Гипотеза стояла в предположении, что систематическое применение на уроках математики заданий, требующих от учащихся воображения, нестандартного подхода к решению, переосмысления условия задачи, самостоятельный поиск методов и приемов решения, будет способствовать развитию креативности.

Под креативностью учащегося мы понимаем его интеллектуальную способность, которая проявляется в творческом подходе к решению учебных проблем, возникающих в различных учебных ситуациях [4; 217].

Были разработаны, кроме того, практические рекомендации, систематическое применение которых на уроках математики в соответствии с гипотезой исследования, будет способствовать развитию креативности учащихся старших классов.

Методика педагогического исследования

С целью подтверждения гипотезы на базе «Викуловской СОШ №1» – отделения Ермаковской школы Викуловского района Тюменской области нами был проведен педагогический эксперимент. В эксперименте приняла участие одна группа учащихся 10-го класса, которая сравнивалась сама с собой по принципу «до» и «после».

Для выявления первоначального уровня креативности старшеклассников мы воспользовались методиками Дж. Гилфорда и П. Торренса (в модификации Е. Туник) «Диагностика вербальной и невербальной креативности: Субтест 1; Субтест 7».

Модифицированный *субтест 1* Дж. Гилфорда (задание на перечисление как можно большего количества необычных вариантов использования какого-либо предмета) и *субтест 7* (задание на поиск различных фигур, скрытых в сложном, малоструктурированном изображении), направлены на выявление уровня творческого мышления человека. В субтесте 1 оценивались четыре фактора креативности: 1) беглость творческого мышления, которая определяется общим числом ответов испытуемых; 2) гибкость (способность к быстрому переключению), определяемая числом классов (групп) данных ответов; 3) оригинальность (своеобразие творческого мышления, необычность подхода к проблеме, креативность), определяемая числом редко приводимых ответов на выборке; 4) точность (стройность, логичность творческого мышления) как итоговый результат тестирования. В субтесте 7 оценивались только три фактора креативности: 1) беглость творческого мышления; 2) оригинальность; 3) точность. На выполнение каждого из субтестов отводилось 3 минуты.

По итогам проведенных методик мы получили следующие результаты (табл. 1-2):

Таблица 1. Результаты тестирования по субтесту 1

№ уч.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Ср
Беглость	7	3	7	7	6	5	2	8	4	6	4	2	5	9	5	7	8	6
Гибкость	21	9	21	21	18	15	6	24	12	18	12	6	15	27	15	21	24	17
Оригинал.	5	0	0	0	0	0	0	10	5	5	0	0	0	5	5	0	10	3
Точность	33	12	28	28	24	20	5	42	21	29	16	8	20	41	25	28	42	25

Таблица 2. Результаты тестирования по субтесту 7

№ уч.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	8	17	Ср
Беглость	10	6	7	8	6	11	9	26	14	14	15	9	19	26	21	12	21	14
Оригинал.	5	0	15	10	10	10	0	30	10	15	25	5	20	45	15	20	15	15
Точность	15	6	22	19	16	21	9	56	24	29	40	14	39	71	36	32	36	28,2

Исходя из особенностей методики Дж. Гилфорда и П. Торренса очевидно, что чем больше показатель критериев креативности, тем выше уровень креативности. Порог от 0 до 20 считается низким показателем, от 20 до 40 – ниже среднего, от 40 до 60 – средний, от 60 до 80 – выше среднего, от 80 и выше – высокий показатель уровня креативности.

Рассматривая полученные результаты по субтестам 1 и 7, мы увидели колебание значений беглости, оригинальности и точности, что говорит о уровне креативности ниже среднего. Это стало для нас отправной точкой в ходе дальнейшего проведения педагогического эксперимента.

В течение четырех учебных недель на уроках математики в «Викуловской СОШ №1» – отделение Ермаковской школы мы применяли разработанный нами комплекс математических заданий по двум темам курса алгебры и начала анализа: «Решение тригонометрических уравнений» и «Производная». В разработанный комплекс вошли следующие типы заданий: на поиск нестандартного решения, на составление собственного приема выполнения задания, на сравнение методов решения уравнения, на выбор способа решения задания. Приведем примеры нескольких таких заданий:

1. Найдите корни уравнения $\frac{\cos x + \sin 2x}{\cos 3x} = 1$, производя отбор корней.

Каким способом можно произвести этот отбор?

Решение: данное уравнение равносильно системе $\begin{cases} \cos x + \sin 2x = \cos 3x \\ \cos 3x \neq 0 \end{cases}$.

Решая уравнение системы, получим:

$$\cos x - \cos 3x + \sin 2x = 0$$

$$-2 \sin \frac{x+3x}{2} \sin \frac{x-3x}{2} + \sin 2x = 0$$

$$2 \sin 2x \sin x + \sin 2x = 0$$

$$\sin 2x(2 \sin x + 1) = 0$$

Последнее уравнение равносильно совокупности:

$$\begin{cases} \sin 2x = 0 \\ \sin x = -\frac{1}{2} \end{cases}; \begin{cases} x = \frac{\pi m}{2}, m \in Z \\ x = (-1)^{n+1} \frac{\pi}{6} + \pi n, n \in Z \end{cases}$$

В итоге приходим к системе:

$$\begin{cases} x = \frac{\pi m}{2}, m \in Z \\ x = (-1)^{n+1} \frac{\pi}{6} + \pi n, n \in Z \\ x \neq \frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}, k \in Z \end{cases}$$

Поскольку предстоит отбор корней, ребята предлагают вторую серию решений записать в виде двух арифметических прогрессий с разностью 2π .

$$\begin{cases} x = \frac{\pi m}{2}, m \in Z \\ x = -\frac{\pi}{6} + 2\pi h, h \in Z \\ x = \frac{7\pi}{6} + 2\pi g, g \in Z \\ x \neq \frac{\pi}{6} + \frac{\pi k}{3}, k \in Z \end{cases}$$

После чего процесс отбора корней не представляет трудности.

2. Как можно быстро произвести отбор корней уравнения $\sin 2x = \cos x$, принадлежащих промежутку $\left[-\pi; \frac{3\pi}{4}\right]$?

Решение: уравнение равносильно совокупности:

$$\begin{cases} \cos x = 0 \\ \sin x = \frac{1}{2} \end{cases} ; \begin{cases} x = \frac{\pi}{2} + \pi k, k \in Z \\ x = \frac{\pi}{6} + 2\pi n, n \in Z \\ x = \frac{5\pi}{6} + 2\pi m, m \in Z \end{cases}$$

Процесс обсуждения проблемы приводит к необходимости использования единичной окружности. Выделив на тригонометрической окружности соответствующий сектор, изображаем точками представителей найденных серий решений (рис. 1).

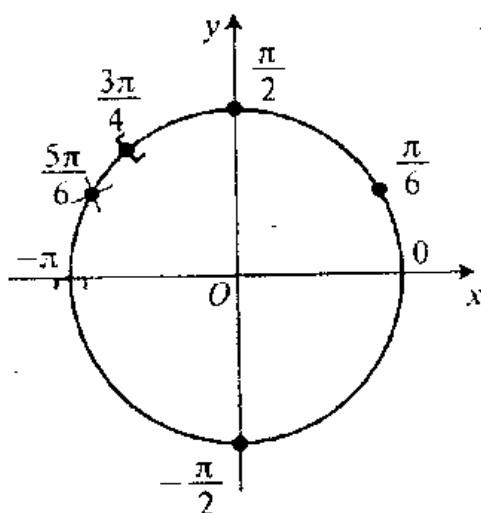


Рис. 1. Иллюстрация к задаче 2.

Крестиками выделим те точки, которые не удовлетворяют условию. В результате получим: $x \in \left\{ -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{2} \right\}$.

После апробации комплекса разработанных заданий была проведена повторная диагностика уровня креативности старшеклассников с использованием тех же методик (Дж. Гилфорда и П. Торренса в модификации Е. Туника), что и на констатирующем этапе, но с изменением заданий и материала. Были получены следующие результаты (табл. 3-4):

Таблица 3. Результаты тестирования по субтесту 1

№ уч.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Ср
Беглость	12	6	11	13	9	9	6	12	9	10	8	6	9	14	10	10	13	10
Гибкость	29	15	24	28	24	21	12	24	12	23	19	15	22	31	24	28	27	22
Оригинал.	20	10	15	10	15	10	10	20	15	15	10	5	10	15	15	20	15	14
Точность	61	31	50	51	48	40	28	56	36	48	37	26	41	60	49	58	55	46

Таблица 4. Результаты тестирования по субтесту 7

№ уч.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	14	8	17	Ср
Беглость	20	18	15	19	12	18	20	34	16	19	17	13	21	32	29	18	26	20,4
Оригинал.	20	15	20	15	15	20	15	30	10	25	20	10	20	30	25	20	20	19,4
Точность	40	33	35	34	27	38	35	64	26	44	37	23	41	62	54	38	46	40

Для наглядности результаты проведенных методик на начальном и конечном этапах эксперимента представим в виде единой диаграммы (рис. 2).

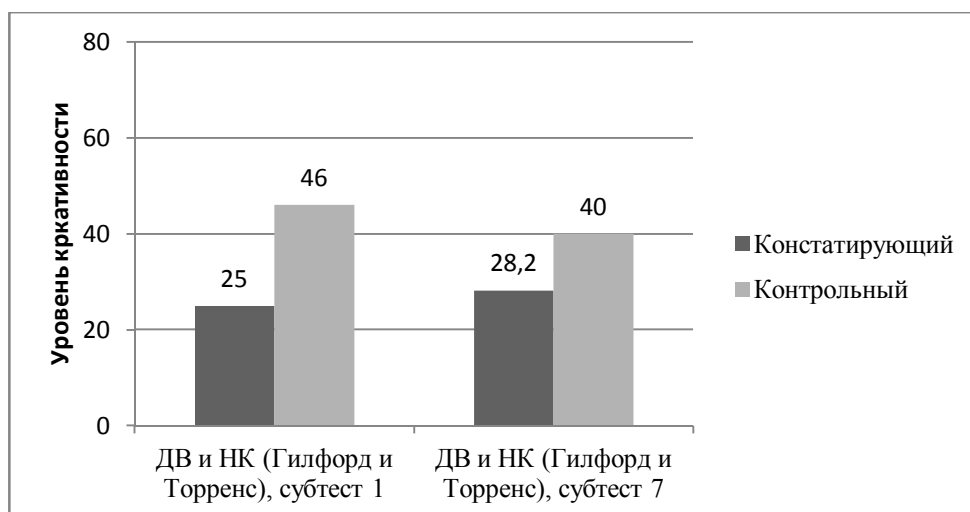


Рис. 2. Диаграмма сравнения результатов проведения диагностики уровня креативности старшеклассников на разных этапах эксперимента

Таким образом, сравнивая результаты значений из таблиц 1, 3 и рис.1,замечаем, что диагностика по субтесту 1 Дж. Гилфорда и П. Торренсана констатирующем этапе составила 25 единиц, а на контрольном – 46 единиц, т.е. разница составила84%. Можем сделать вывод, что уровень креативности по субтесту 1 составил 184 % от первоначального значения.

Сравнивая результаты значений из таблиц2, 4 и рис.1,замечаем, что диагностика по субтесту 7 на констатирующем этапе составила 28,2 единиц, а

на контрольном – 40 единиц, т.е. разница составила 42%. Итак, уровень креативности по субтесту 7 составил 142 % от первоначального значения.

Заключение

Таким образом, разработанный нами комплекс, к основным типам заданий которого относятся такие, которые требуют от учащихся воображения, нестандартного подхода к решению, переосмысления условия задачи и самостоятельного поиска методов и приемов решения, способствует развитию креативности учащихся старших классов.

Дальнейшее исследование будет посвящено поиску адекватных учебных ситуаций, в которых мог бы использоваться разработанный комплекс заданий с целью усиления его развивающего эффекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богоявленская, Д.Б.* Одаренность: природа и диагностика [Текст]: монография / Д.Б. Богоявленская, М.Е. Богоявленская. – М.: Образование личности, 2013. – 208 с.
2. *Грицай, Т.И.* Исследование креативности старшеклассников [Текст] / Т.И. Грицай, П.И. Чернецов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки, 2015. – Т. 7. - № 4. – С. 46.
3. *Мешкова, Н.В.* Современные зарубежные исследования креативности: социально-психологический аспект [Текст]// Социальная психология и общество, 2015. -Т.6. -№ 2.- С. 8-17.
4. *Шевелева, Е.А.* Развитие креативного мышления старшеклассников на уроках математики [Текст] // Современный учитель: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ишим: Изд.-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2017. – 226 с. – С. 217–218.

О ПЛАНАРНЫХ ГРАФАХ И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ЗАДАЧАХ

Аннотация. В статье представлены основные понятия графов, история их появления, описан метод конструктивного построения плоской укладки планарного графа, поэтапно представлен способ решения задачи при помощи алгоритма Дейстры и алгоритма Хакими.

Ключевые слова: граф, планарные графы, алгоритмы на графах, алгоритм Хакими, алгоритм Дейстры.

Введение

На сегодняшний день графы широко используются для представления знаний в различных областях, таких как: алгебра и теория чисел, программирование, социология, лингвистика, экономика, строительство и многие другие. Немало задач анализа программ, возникающие при проверке правильности, тестировании, трансляции, вычислении оптимальных маршрутов и т.д., намного упрощаются, если их рассматривать как модель графа. Что же такое «универсальное чудо» математики – граф?

Теория графов зародилась двести с лишним лет назад, при решении головоломок. Первая работа по теории графов принадлежащая известному швейцарскому математику Л. Эйлеру, появилась в 1736 году, который сформулировал задачу о семи кёнигсбергских мостах, ставшей впоследствии одной из классических задач теории графов. Толчок к развитию теории получила на рубеже XIX и XX столетий, когда резко возросло число работ в области комбинаторики. Графы стали использоваться при построении схем электрических цепей и молекулярных схем. Как отдельная математическая дисциплина, теория графов была впервые представлена в работе венгерского математика Кенига в 30-е годы XX столетия [1].

Граф $G(V, E)$ – комбинаторный объект, состоящий из двух конечных множеств: V – множество вершин и множество пар элементов из V , т.е. $E \subseteq V \times V$, называемого множеством ребер, если пары неупорядочены, и множеством дуг, если пары упорядочены. В первом случае граф $G(V, E)$ называется неориентированным, во втором ориентированным [2].

Другими словами, граф – это совокупность точек, соединенных между собой отрезками, а точки являются вершинами. Линии, соединяющие вершины, называют дугами, если их направление задано от одной вершины к другой или ребрами, если направленность двусторонняя, т.е. направления равноправны. Вершины и ребра графа могут характеризоваться некоторыми числовыми значениями, например, может быть известна длина ребра, такие характеристики называют весом, а сам граф при этом – взвешенным.

Алгоритмы решения задач на графах

Рассмотрим более подробно планарные графы. Планарный граф – это граф, допускающий укладку на плоскости, такой граф может быть изображен на плоскости так, что никакие ребра не имеют общих точек, кроме своих вершин. Если построить изображение графа на плоскости с соблюдением данного условия, то такой граф будет называться плоским. Планарный граф изображается системой непересекающихся ребер на плоскости. Если граф не планарен, то приходится выносить отдельные ребра в другую плоскость[4]. Для того, чтобы найти плоскую укладку планарного графа, можно использовать следующие правила конструктивного построения:

Произвольным образом пронумеруем все элементы, которые могут быть связаны. Затем, ищем в выбранном порядке все вершины и соединим их прямыми, соединяя каждую пару элементов (k и $k + 1$). При этом первая вершина оказывается на этом этапе связанной только со второй, а на последней вершине процедура заканчивается. Далее соединим элементы через один (показано дугами, расположенными ниже и выше прямой). Очевидно, что таких связей еще не было ранее. Также свяжем вершины через две, начиная с крайних, выше и ниже линии. В общем случае потом связываем через три,

через четыре и т. д., располагая все связи ниже или выше линии, так что до первого и последнего элемента всегда существует подход извне. Последней будет связь крайних элементов (первого и последнего).

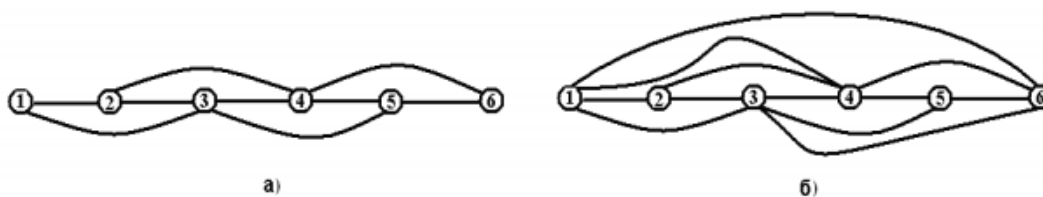


Рис. 1. Метод конструктивного построения

На рис. 1 приведена иллюстрация конструктивного построения планарного графа для 6 элементов (а – начало построения цепи и связей по правилу «через два»; б – заключительные этапы построения). На рис. 1б показаны не все возможные связи, например, отсутствует связь между 1 и 5. Но на плоскости не всегда удастся связать элементы, если связи должны быть незаурядными [3].

Существует множество алгоритмов для решения различных задач с использованием графов. Например, такие алгоритмы как: алгоритм построения эйлерового пути, алгоритм Дейкстры, алгоритм Беллмана-Форда, алгоритм Краскала, алгоритм Хаками и т.д.

На примере решения задачи рассмотрим алгоритм Хаками и Дейкстры, позволяющий найти кратчайшие пути от одной из вершин графа до всех остальных.

Задача: Имеется некоторый населенный пункт со своей сетью дорог. Требуется найти оптимальное место для размещения пункта медицинской помощи. Для решения необходимо представить сеть дорог в виде графа, где вершинами будут являться предполагаемые оптимальные места (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) соединяющиеся ребрами – в нашем случае дорогами, как видно на рис. 2, их семь. Для решения задачи условно нужно определить вес дорог, будем считать километры (1,2,3,4,4,6,7). Оптимальное место расположения будем искать не в вершинах, а на самих ребрах. Таким образом, требуется найти такое место расположения пункта, чтобы минимизировать расстояние пути до самой дальней точки дорожной сети.

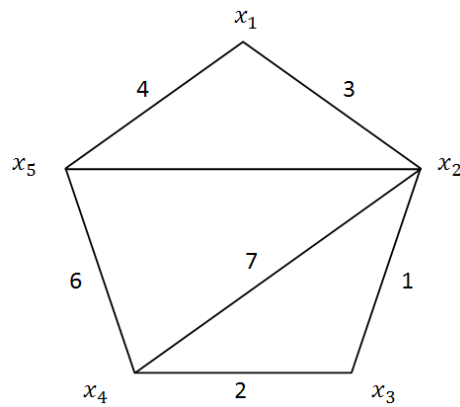


Рис. 2

Алгоритм поиска места оптимального для размещения медицинского пункта, рассмотрим с помощью алгоритма Дейкстры:

1-й этап – построение матрицы кратчайших расстояний D.

Исходя из значений длин ребер, получается данная матрица кратчайших расстояний

$a_{1.1}=0$	$a_{1.2}=3$	$a_{1.3}=4$	$a_{1.4}=6$	$a_{1.5}=4$
$a_{2.1}=3$	$a_{2.2}=0$	$a_{2.3}=1$	$a_{2.4}=3$	$a_{2.5}=7$
$a_{3.1}=4$	$a_{3.2}=1$	$a_{3.3}=0$	$a_{3.4}=2$	$a_{3.5}=8$
$a_{4.1}=6$	$a_{4.2}=3$	$a_{4.3}=2$	$a_{4.4}=0$	$a_{4.5}=6$
$a_{5.1}=4$	$a_{5.2}=7$	$a_{5.3}=8$	$a_{5.4}=6$	$a_{5.5}=0$

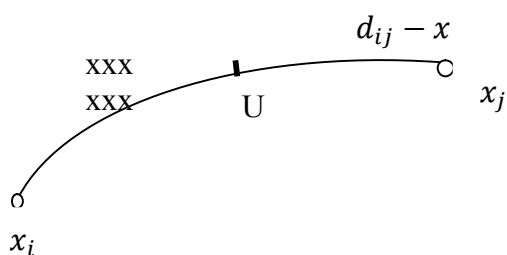
D=	0	3	4	6	4
	3	0	1	3	7
	4	1	0	2	8
	6	3	2	0	6
	4	7	8	6	0

2-й этап – получение верхней оценки расстояния до наиболее удаленной точки. Выбрать $R_i = \max_j \{D_{ij}\}$ и затем $R = \min_i \{R_i\}$. В данном случае $R_i = 6, 7, 8, 6, 8$, следует, что $R=6$.

3-й этап – получение нижних оценок для ребер: $\delta_{ij} = \max_k \{ \min \{d_{ik}; d_{jk}\} \}$. На основе полученных оценок отобрать те ребра, у которых оценка меньше верхней, полученной на 2-ом этапе. Начинать целесообразно с ребра с наименьшей оценкой.

a							
	6	4	6	7	6	3	4

На основе полученных оценок отобраны ребра: a_{1-2} , a_{2-5} , a_{4-5} .



4-й этап – исследование ребер по алгоритму Хакими:

для выбранного ребра обозначить расстояние от x_i до U (медицинский пункт) чрез x , тогда от x_j до U

расстояние будет равным $d_{ij} - x$.

Алгоритм Хакими (поиск абсолютного центра в графе).

Для всех вершин записать функционалы $\rho_k U(x) = \min\{x + d_{ik}; d_{ij} - x + d_{jk}\}$ и построить их графики на отрезке $x \in [0; d_{ij}]$. Построить «верхнюю огибающую» $\rho(x) = \max_k \{\rho_k U(x)\}$. Найти ее точку минимума и минимальное значение. Если полученный минимум меньше текущей лучшей оценки, то найдено лучшее место расположения. При этом из списка «перспективных» ребер нужно исключить те, у которых оценка не ниже полученного минимума. Для остальных повторить алгоритм Хакими.

Запишем функционалы для ребра a_{1-2} и на основании полученных функций построим график на отрезке $x \in [0; 3]$

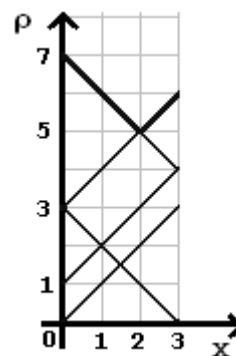
$$\rho_{1u}(x) = \min\{x + 3; 3 - x\} = 3 - x$$

$$\rho_{2u}(x) = \min\{x; 3 - x + 3\} = x$$

$$\rho_{3u}(x) = \min\{x + 1; 3 - x + 4\} = x + 1$$

$$\rho_{4u}(x) = \min\{x + 3; 3 - x + 6\} = x + 3$$

$$\rho_{5u}(x) = \min\{x + 7; 3 - x + 4\} = 7 - x$$



Из графика видно, что $x_0 = 2$ и $\rho = 5$, следует, что расстояния до других вершин будут равны: $\rho_{1u}(2) = 1$, $\rho_{2u}(2) = 2$, $\rho_{3u}(2) = 3$, $\rho_{4u}(2) = 5$, $\rho_{5u}(2) = 5$.

5-ый этап – выбор решения. Если минимальная оценка достигнута для одного ребра, то оптимальное место расположения найдено. Если таких несколько, то следует произвести выбор на основе иных соображений.

Минимальная оценка достигнута при решении, следует, если расположить медицинский пункт на данной дороге (ребре a_{1-2}), расстояние до самой отдаленной точки будет минимальным. Данное ребро подходит по условию, но также для достоверности можно проверить и остальные.

Метод Хакими является трудоемким и его алгоритм можно поместить в программу, которая при использовании алгоритма, сразу выдаст искомую точку, что значительно может сэкономить время.

Заключение

Графы – математические объекты, которые действительно являются универсальными, при их помощи решают математические, экономические, логические задачи, так же при помощи графов можно упростить условия задач по физике, химии, биологии, графы используются при составлении карт и генеалогических деревьев и многое другое. Теория графов является частью многих наук. Теория графов может иметь широкое применение в учебном процессе, данная ветвь науки является не только увлекательной, но и познавательной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История графов [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://sites.google.com/a/labore.ru/teoria-grafov/vvedenie-v-teoriyu/istoria-grafov> (дата обращения 1.04.2017).
2. Оре, О. Теория графов[Текст] // А. Оре. – М.: Наука, 2010. – 336 с.
3. Мазный, Г.Л. Дискретная математика [Текст] // Г.Л. Мазный, Т.Б. Прогулов. – Дубна: Международный университет природы, общества и человека, 2014. – 284 с.
4. Планарные графы [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/2875371/> (дата обращения 3.04.2017).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАЧАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Аннотация: В статье представлено методы и модели разработки базы данных системы управления задачами на предприятии ООО«UNIERSALPRO-TECH», включающую пользовательскую часть для работы системы и администрирующую часть для мониторинга сотрудников компании.

Ключевые слова: автоматизация, информационные технологии, база данных, управление задачами, ER-диаграмма.

В современном мире тяжело представить производственный процесс без использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). На данный момент в Республике Узбекистан большое внимание уделяется развитию, а также внедрению ИКТ в различные сферы деятельности государства и общества.

В условиях рыночной экономики использование ИКТ заметно упрощает процесс внутреннего планирования на предприятии. Планирование является неотъемлемой частью любого производства и включает в себя такие функции как: управление ресурсами, правильное распределение нагрузки сотрудника, учет временных затрат и много другое. На сегодняшний день существуют системы управления проектами и задачами, которые облегчают во многом процесс планирования. С помощью данных систем осуществляется контроль исполнения задач. Простота и удобство работы в таких системах обусловили их популярность и широкое распространение как в Узбекистане, так и во всем мире.

Для того чтобы достичь поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить предметную область и провести анализ;

- создать базу данных клиентов, товаров и сотрудников компании;
- разработать информационную систему управления задачами, имеющую два режима работы: со стороны администратора и со стороны пользователя.

При разработке информационной системы использовались следующие инструментальные средства:

1. объектно-ориентированный язык программирования C#
2. база данных MicrosoftSQLServer

Для компании ООО«Universal Pro-Tech» приоритетным является своевременное предоставление информации о заказах сотрудникам сервисного отдела. Учитывая тот факт, что компания имеет один офис и не нуждается в предоставлении информации удаленным сотрудникам, база данных будет расположена на локальном сервере компании, а подключение будет осуществляться по локальной сети.

Одним из требований к системе является простой и удобный интерфейс. Для выполнения данного требования, система будет реализована в виде desktop-приложения и иметь только необходимый набор функций для пользователя. В базе данных будет храниться информация о сотрудниках и клиентах компании. Также необходимо вести учет оборудования, предоставляемого компанией. Информацию о сотрудниках и отделах компании вносит администратор системы. Далее в зависимости от того, к какому отделу относиться сотрудник и какую должность занимает, ему предоставляются права доступа в систему. Данное разграничение необходимо чтоб сотрудник имел доступ к информации, которая касается только его работы. Чтобы удовлетворить требования к системе необходимо реализовать следующие функции:

- Регистрация новых пользователей и отделов
- Разграничение прав доступа
- Добавление информации о товарах и клиентах компании

- Редактирование и удаление информации
- Назначение задач сотрудникам
- Мониторинг заказов и сервисного обслуживания
- Формирование отчетов о проделанной работе, как отдельного сотрудника, так и всего отдела

В функции назначение задач сотрудникам менеджер отдела продаж при оформлении заказа должен выбрать сотрудника, который в последствии установит оборудование заказчику. После этого у сотрудника на главной форме появится заказ, который ему необходимо выполнить.

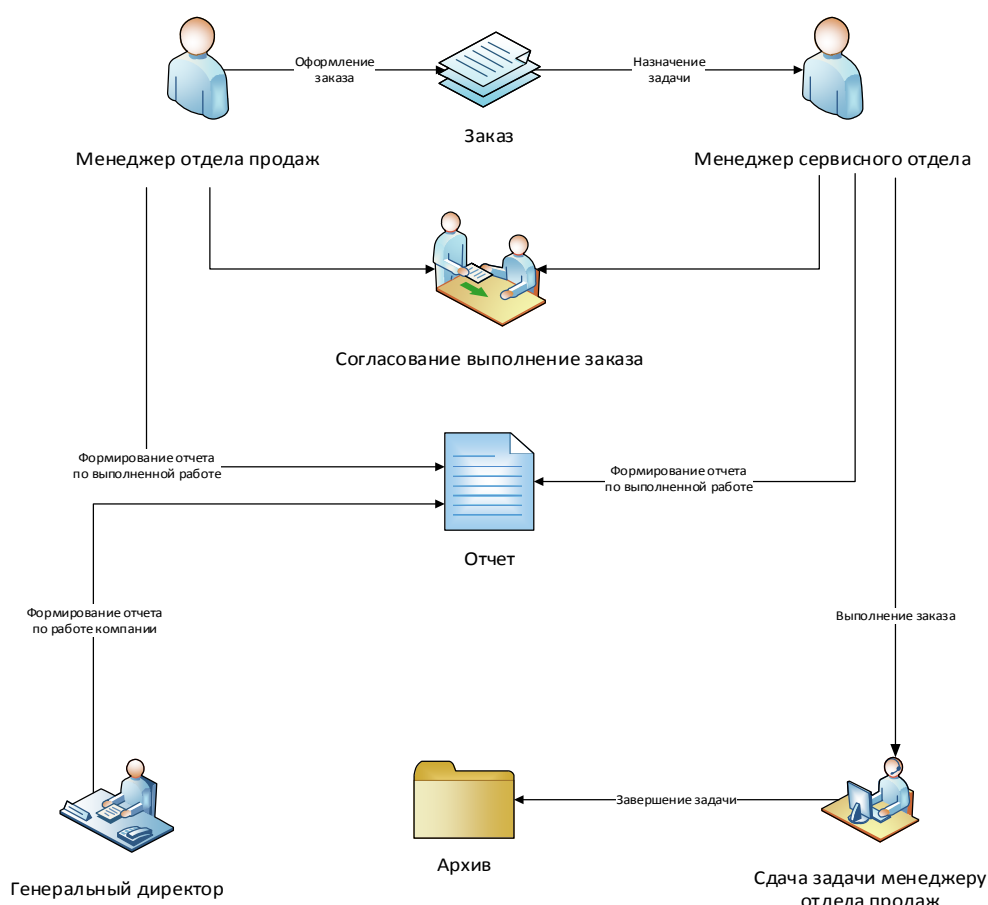


Рис. 1. Схема работы системы управления задачами

После выполнения сотрудником поставленной задачи у менеджера отдела продаж на главной форме в таблице мониторинга заказов появится отметка что задача выполнена. Ниже приведена схема работы системы (Рис.1). В основу разработанной работе автоматизированной системы включена база данных. База данных должна иметь таблицы для работы с пользователями, клиентами и

товарами компании. Также в базу должны входить таблицы для мониторинга заказов и сервисного обслуживания клиентов.

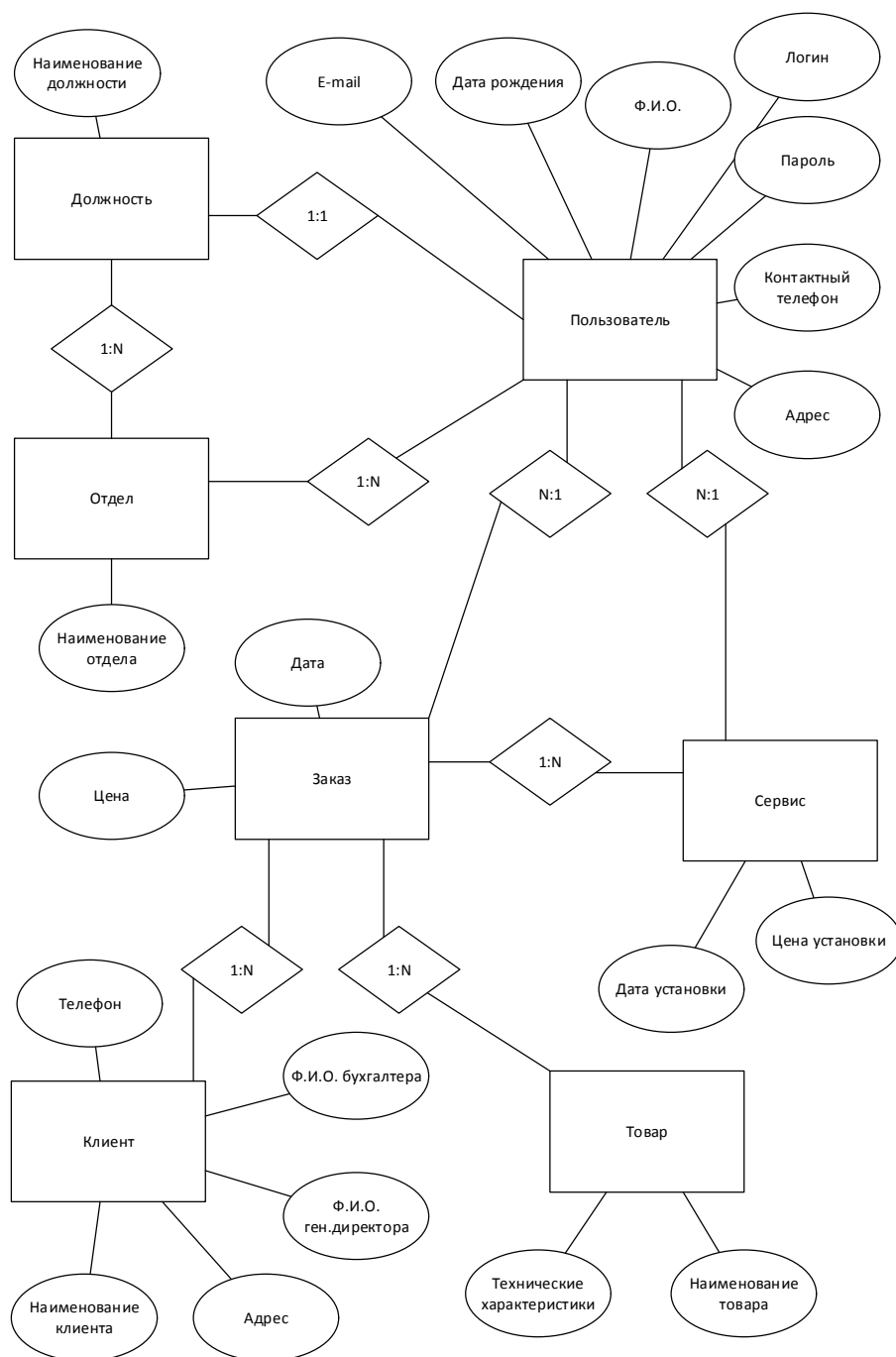


Рис.2. ER-диаграмма

Модель Сущность-Связь (ER-модель) (англ. entity-relationship model (ERM) или англ. entity-relationship diagram (ERD)) — модель данных, позволяющая описывать концептуальные схемы. Предоставляет собой графическую нотацию, основанную на блоках и соединяющих их линиях, с помощью которых можно описывать объекты и отношения между ними какой-

либо другой модели данных. В этом смысле ER-модель является метамоделью данных, то есть средством описания моделей данных.

ER-модель удобна при прототипировании (проектировании) информационных систем, баз данных, архитектур компьютерных приложений, и других систем (далее, моделей). С её помощью можно выделить ключевые сущности, присутствующие в модели, и обозначить отношения, которые могут устанавливаться между этими сущностями.

ER-модель является одной из самых простых визуальных моделей данных (графических нотаций). Она позволяет обозначить структуру «крупными мазками», в общих чертах. Это общее описание структуры называется ER-диаграммой или онтологией выбранной предметной области.

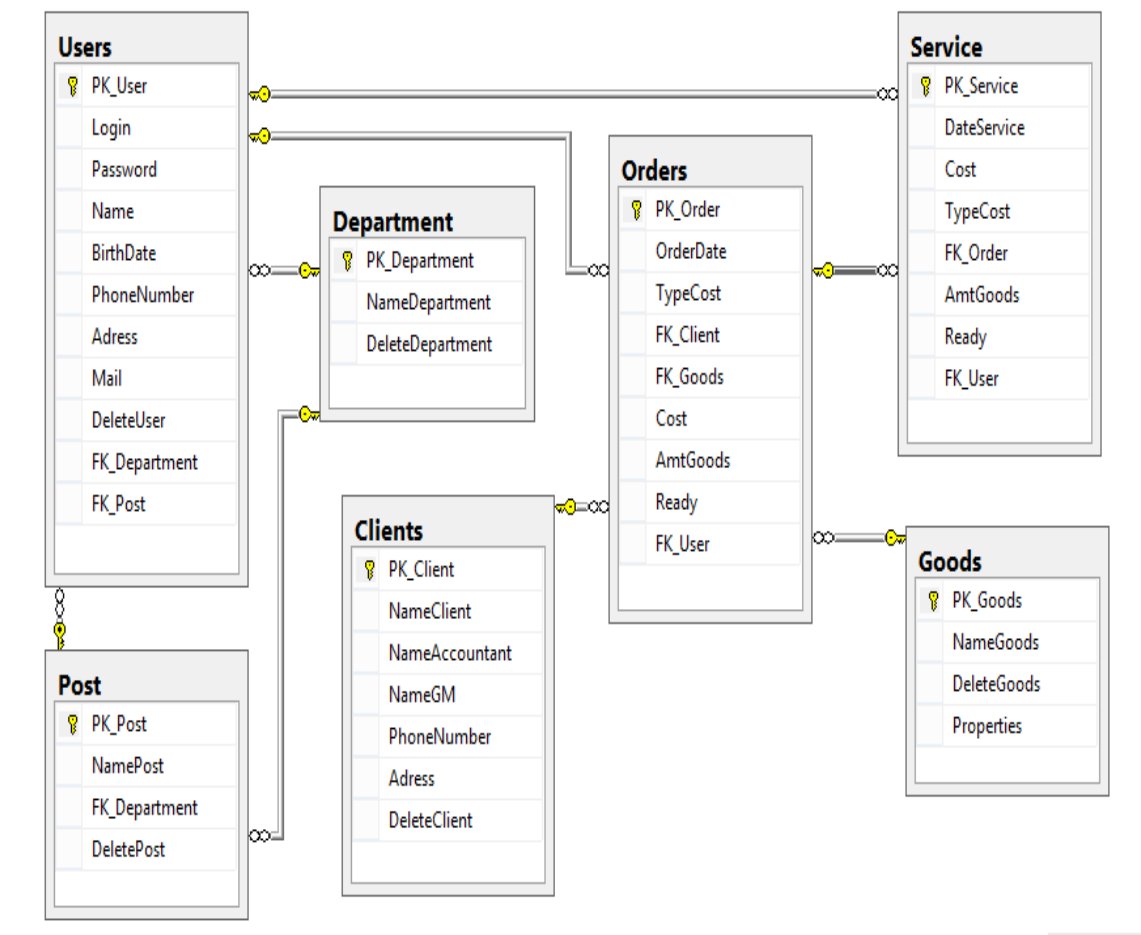


Рис. 3. Реляционная модель базы данных

На этапе перехода к реализации данной ER-диаграммы в виде реальной информационной системы или программы, происходит отображение ER-

модели в более детальную модель данных реляционной (объектной, сетевой, логической, или др.) базы данных.

Реляционная модель данных (РМД) — логическая модель данных, прикладная теория построения баз данных, которая является приложением к задачам обработки данных таких разделов математики как теории множеств и логика первого порядка. На реляционной модели данных строятся реляционные базы данных.

Реляционная модель базы данных построена на основе ER-диаграммы, которая отображает связи между сущностями (Рис 2.).

База данных в работе включает в себя семь таблиц:

Таблица users — предназначена для ведения пользователей системы. Включает в себя поля: Ф.И.О. пользователя, дата рождения, адрес электронной почты, контактный телефон, адрес, логин и пароль для входа в систему, а также вторичные ключи таблиц «отдел» и «должность».

Таблица clients — предназначена для ведения клиентов компании. В таблице имеются следующие поля: наименование клиентов, Ф.И.О. генерального директора, Ф.И.О. бухгалтера, адрес и контактный телефон.

PK_Client	NameClient	NameAccountant	NameGM	PhoneNumber	Address	DeleteClient
1	СПООО "ВИНОКОР ТЕМИР-БЕТОН СЕРВИС"	Исроков М.П.	Абдуллаева М.А.	+998977849999	г.Ташкент, Бектимировский р-н, ул. Зироат, 52	0
2	ДОО "НИКА РИЯРМ"	Рудашев Ж.Х.	Абдуллаева М.А.	+998712671719	г.Ташкент, ул.Маринова 48	0

Рис.4. Таблица «Clients».

Таблица Goods – предназначена для ведения оборудования компании. В данной таблице следующие поля: наименование товара и технические характеристики.

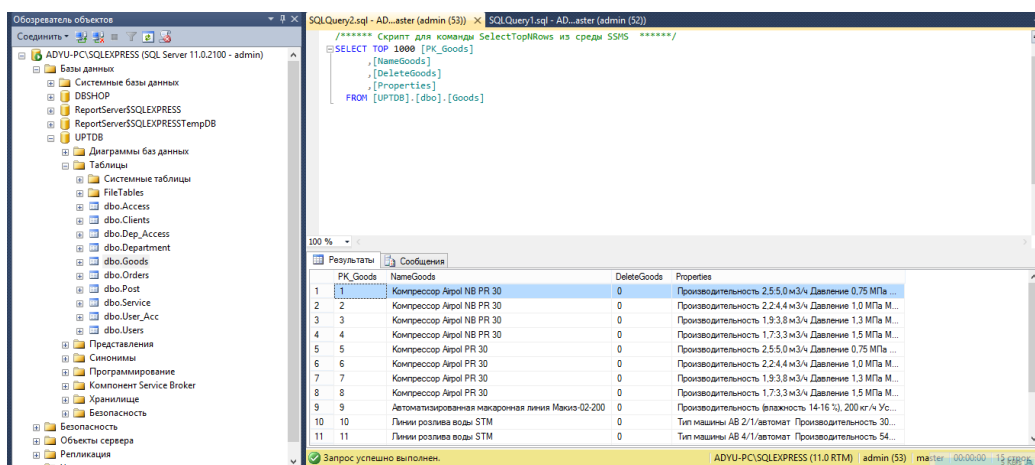


Рис 5. Таблица «Goods»

Таблица Orders – предназначена для ведения заказов. В таблице имеются следующие поля: дата заказа, тип оплаты, цена, количество оборудования и столбец для отображения выполнен ли заказ сервисным отделом. Имеются вторичные ключи для ссылки на таблицы клиентов, товаров и пользователей.

Таблица Service – предназначена для ведения сервисного обслуживания. В таблице имеются следующие столбцы: дата обслуживания, цена, тип оплаты и вторичные ключи для ссылки на таблицы заказов и пользователей.

Таблица Post – предназначена для ведения должностей отделов. В данной таблице имеется наименование должности и вторичный ключ со ссылкой на таблицу отделов.

Таблица Department – предназначена для ведения отделов компании.

Разработанная система базы данных включает все объекты. В статье были приведены описание базы данных, которая представлена следующими таблицами: users, clients, goods, orders, service, department, post. Разработан реляционная модель и ER-диаграмма для базы данных.

Настоящее приложение внедрено в компании ООО «UNIVERSALPRO-TECH».

Разработка и программная реализация механизма обеспечения отказоустойчивости взаимосвязанных расчетов в распределенной системе

Аннотация. Рассмотрено создание высокоуровневой системы обработки массивных данных на основе философии фреймворка ОТР (Open Telecom Platform) языка Erlang. Разработан фреймворк OctopusProject с высокоуровневыми абстракциями, использующий блокирующую очередь для балансировки нагрузки и соблюдения принципа “обратного давления”, СУБД mnesia для обеспечения отказоустойчивости. Для поддержания целостности исходной задачи использовано дерево редукций параллельно исполняемых заданий [1].

Ключевые слова: Erlang, ОТР, распределенные системы, отказоустойчивость, связность данных, математическое моделирование.

Введение

При решении задач обработки больших потоков данных прибегают к массивному распараллеливанию вычислений. При этом эффективному распараллеливанию поддаются либо атомарные, либо слабосвязные данные, а выполнение вычислительных задач с общими, либо смежными данными не вносит значительного влияния на итоговый результат. В случае же сильносвязных входных данных (в частности, с определенной функциональной зависимостью) возникает проблема поддержания целостности исходной задачи. Это связано с тем, что при распараллеливании вычислительной нагрузки вычисления на отдельном узле не имеют сведений о *контексте* вычислений. Как следствие, результат работы вычислительной системы (программы) становится непредсказуемым, и в данном случае речь уже идет о конкурентных вычислениях, так как возникает проблема синхронизации узлов [2]. При программной реализации таких вычислительных систем требуется поддерживать как параллелизм на уровне узлов, процессов и потоков,

так и целостность исходной задачи путем синхронизации результатов вычислений. Частичное упорядочение вычислительных заданий достигаться может множеством путей [3], но каждая итерация синхронизации является сложным и уязвимым процессом, что превращает этап синхронизации в единую точку отказа. Все это определяет актуальность обеспечения отказоустойчивости системы для гарантированного получения результата.

Таким образом, целью данной работы является создание абстрактной распределенной системы, обеспечивающей целостность и эффективность исполнения исходной задачи, а также достижение отказоустойчивости всей системы в целом. В процессе создания системы, отвечающей сформулированным требованиям, можно определить следующие этапы: выделение и разработка обобщенных необходимых абстрактных элементов для исполнения вычислений и для обеспечения их исполнения; покомпонентное тестирование и оптимизация; разработка механизма для контроля разделяемых между процессорами данных и их сопряжения; тестирование системы на примере решения задачи Дирихле с декомпозицией области решения.

Предлагаемый подход

Сформулированным требованиям удовлетворяет ряд открытых решений на базе MPI, Hadoop и Scala. Однако они имеют недостатки, связанные, в первую очередь, с отсутствием общего эффективного решения проблемы отказоустойчивости [4], сложностью разработки и конфигурирования, необходимостью программной балансировки нагрузки. Очевидны главные преимущества описанных платформ - внушительная кодовая база, использование системных языков при реализации программ позволяет крайне эффективно работать с памятью.

В работе предложено реализовать для решения вышеописанных проблем абстрактный программный каркас OctopusProject на базе языка Erlang и философии стандарта OTP при исполнении процессов внутри виртуальной машины HiPE. Данное решение будет менее эффективным с точки зрения исполнения вычислений [5], но предоставит большой набор готовых абстракций для разработки распределенной конкурентной системы и обеспечения отказоустойчивости. Для разрешения проблемы потери эффективности числовых операций целесообразно вынести исполнение таких операций за пределы виртуальной машины с помощью

Выделение обобщенных компонент

Анализ опыта [7] позволяет вообще полностью абстрагироваться от конкретной предметной области получаемого решателя, поскольку необходимым требованиям в принципе удовлетворяет гораздо более широкий класс помимо задач математического моделирования. При попытке генерализовать требования для систем массивного распараллеливания вычислительной нагрузки были выделены следующие необходимые функции:

1. Инициализация компонент системы.
2. Обработка ввода.
3. Разделение входного массива данных на части и формирование из этих частей отдельных заданий для процессоров.
4. Назначение каждому процессору задания для расчетов.
5. Получение от каждого процессора результатов вычислений.
6. Анализ каждого результата на минимизацию расхождений в разделяемых данных между несколькими заданиями. Если разница норм результатов в разделяемых данных двух заданий не превосходит некоторой величины, то данные задания считаются *относительно близкими в разделяемых данных* и могут быть объединены в одно задание - результаты вычислений старых заданий переходят в новое задание. В противном случае, данные задания считаются *относительно далекими в разделяемых данных* и к каждому заданию применяется *функция мутации* для повторной отправки на вычисление процессорам.
7. Шаг 6 выполняется до тех пор, пока вычислительные задания не объединятся в одно
8. Вывод данных

Как видно, необходимые функции абстрактны и являются очень обобщенным программным каркасом.

При указанной генерализации основных функций для решения конкретной задачи необходимо реализовать функции интерпретации и разделения входного потока данных, сравнения, слияния и мутации разделяемых данных.

Для облегчения понимания абстрактных и конкретизируемых функций в контексте системы на базе Erlang / OTP нужно ввести понятие *процесса*, под которым понимается функция или последовательность функций, приводящих к изменению состояния системы. *Состояние системы* характеризуется как внутренними данными, так и наличием или отсутствием тех или иных процессов [8]. С точки зрения процесса, реализация программы может рассматриваться уже не как последовательное моделирование параллельно исполняемых действий, а как полностью асинхронное [9], декларативное описание переходов из одного состояния в другое и потоковое движение данных.

Поскольку для распределенных систем семантика процессов подходит органичнее, чем семантика объектов, можно описать декларативно течение процессов в системе и коммуникаций между ними. Такую конкурентную модель называют моделью акторов [10]. Архитектура, представленная как набор акторов, более наглядна с точки зрения построения компонент и обеспечения их отказоустойчивости, где каждый из них - процесс, где отсутствует общая среда для передачи данных и имеется только межпроцессная коммуникация.

Архитектура компонент

Для определения в семантике процессов абстрактных и конкретных функций, описанных в разделе “Выделение обобщенных компонент”, можно выделить компоненты-процессы, представленные на рисунке 1.

Определение. Задача - это абстракция, определяющая набор из необходимых данных для атомарного расчета на одном процессоре. Задача определяется по её *метке*.

Определение. Ведро - набор ключевых элементов.

Input Facility - *Обработчик ввода*: принимает входной поток данных и интерпретирует в этом потоке отдельные ключевые части. Позволяет продуцировать

записи, которые уже в дальнейшем используются внутри остальных процессов. Эти записи могут генерироваться в ходе, в частности, считывания из файла или обращения по URL, где входной поток определенным образом поддается синтаксическому анализу и из него можно вычленять необходимые части.

Distributed Data Storage - Распределенное хранилище: используется для долгосрочного хранения записей. Все основное состояние среды выполнения хранится только в распределенном хранилище. Поэтому можно интерпретировать этот компонент как способ централизации распределенной системы.

Task Generator - Генератор задач: подготавливает стартовые задачи для вычислений и формирует ведра, после чего связывает задачу с соответствующим ведром. Генератор задач опрашивает по заданной метке записи в распределенном хранилище и проверяет готовность ведер в момент времени. В случае, определенные ведра готовы (соответствующие ему записи загружены в хранилище), то соответствующее им задание на расчеты становится готовым к исполнению. Когда задание готово, оно отправляется на назначение процессору через *брокера*.

Broker - брокер задач: аккумулирует в себе задания на исполнение и назначает их процессорам. Поскольку в общем случае вычислительных задач много больше чем процессоров в системе, встает вопрос балансировки нагрузки. Для исполнения *получения во владение* задания (task acquiring в семантике OctopusProject) используется как раз этот процесс. Балансировка нагрузки достигается использованием очереди заданий без приоритета.

Worker - исполнитель задач: непосредственно запускает функцию-обработчик над данными в задании. После окончания вычислений процесс-исполнитель записывает слепок результатов в хранилище и отправляет эти результаты на *сопряжение*. Процессы-исполнители являются динамическими, они запускаются только при надобности брокером. В случае возникновения исключительного поведения в ходе обработки задания процесс-исполнитель будет перезапущен.

Conjugator - компонент сопряжения разделяемых данных: осуществляет мутацию или слияние результатов задания. После завершения задания исполнителем, необходимо восстановить контекст целевой задачи, что и делает *Conjugator*. Данный процесс является динамическим и включается только по требованию процесса-исполнителя. Для получения сведений о наличии разделяемых данных *Conjugator* запрашивает граф связей между ведрами у хранилища.

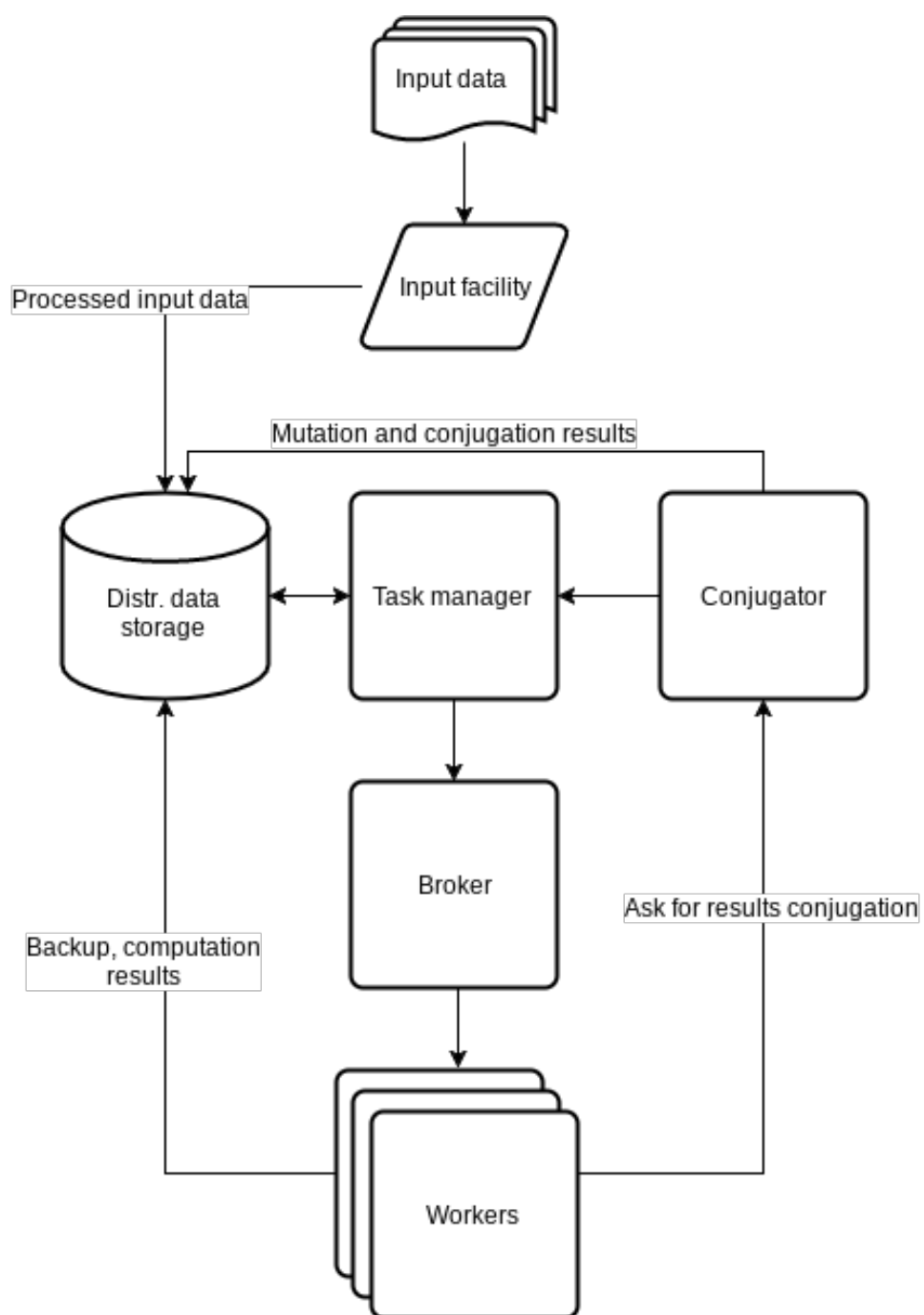


Рис. 1: Архитектура OctopusProject

Средства отказоустойчивости

Обзор отказов в результирующей системе представлен в [7], также там рассматриваются возможные причины возникновения отказов в распределенной системе. Большинство принципов описанных в работе [7] так же применимы и к OctopusProject, но лишь с некоторыми модификациями.

Использование семантики процессов облегчает обеспечение отказоустойчивости, потому что изменяет привычный способ восприятия отказов в системе на этапе проектирования. Поскольку Erlang/OTP разрабатывался в первую очередь как средство для программирования устройств телекома, он реализует большинство принципов и в других программах [8].

Для выполнения требований к отказоустойчивости (устойчивость к отказам в сети, аллокации памяти, отказам конкретного физического узла) можно использовать следующие возможности Erlang/OTP.

Децентрализованная виртуальная машина

Каждый экземпляр виртуальной машины HiPE запускается один раз на каждом физическом узле кластера и переходит в состояние демона. При конфигурировании виртуальной машины перечисляется список имен узлов которые потом могут быть доступны по имени. Виртуальная машина использует по умолчанию все доступные машинные ресурсы на узле и разворачивает планировщик. Исполнение байткода на узле в дальнейшем идет асинхронно [9]. Коммуникационная прозрачность, в свою очередь, предлагает абстрагирование от вида порождаемого процесса. Вне зависимости от того, на каком из узлов в системе работает процесс, коммуникация с ним методом передачи сообщений остается такой же. В широком смысле, все узлы в системе получают равноправными, поскольку ни один из них не может быть классифицирован как “мастер-узел”. Отсутствие централизации приводит к устойчивости к машинным отказам на узлах и слабой связности. Исполнение байткода вместо низкоуровневых машинных инструкций ведет к устойчивости к отказам в системном смысле, поскольку, в частности, проблемы аллоцирования памяти не приводят к усложнению логики процессов.

Mnesia

OTP может восприниматься уже не как простой программный каркас, а как цельная система и набор инструментария для проектирования отказоустойчивых распределенных приложений. В Erlang в стандартной библиотеке имеется встроенная распределенная NoSQL СУБД реального времени *mnesia*, которая предоставляет возможности к быстрым и поступным репликации и развертыванию. В проекте OctopusProject компонент хранилища построен полностью вокруг функциональных возможностей *mnesia*, поскольку на ней лежит серьезная ответственность за хранение слепков данных всех остальных компонент. Централизация движения потоков данных в контексте системы OctopusProject не рассматривается как сведение к единой точке отказа, напротив, децентрализованная природа самого устройства *mnesia* размывает точку отказа, поскольку остановить работу всей СУБД или повредить данные в ходе отсоединения одного из узлов системы не представляется возможным. Mnesia по умолчанию разворачивается на всех физических узлах системы, но точка доступа к ней всего одна. Использование СУБД, встроенной в виртуальную машину уменьшает коммуникационные издержки для доступа к данным, что ведет к теоритическому росту производительности. Использование NoSQL организации хранилища и способов доступа к нему приводит к упрощению схемы представления записей [11].

Supervision tree

В работах [7] и [4] рассматривались подходы к реализации отказоустойчивости, стандарт OTP реализует среди описанных принцип использование процессов-супервизоров. Эти процессы наблюдают за процессами-детьми, чтобы в случае их ненормального завершения собрать необходимые данные и перезапустить процесс для продолжения работы системы. Объединение процессов-наблюдателей в древообразную структуру позволяет разграничивать правила для реагирования на отказы в системе, пример дерева супервизоров представлен на рисунке 2.

Backpressure principle

При длительной высоконагруженной работе системы, вычислительные узлы испытывают значительную машинную нагрузку при обеспечении и исполнении вы-

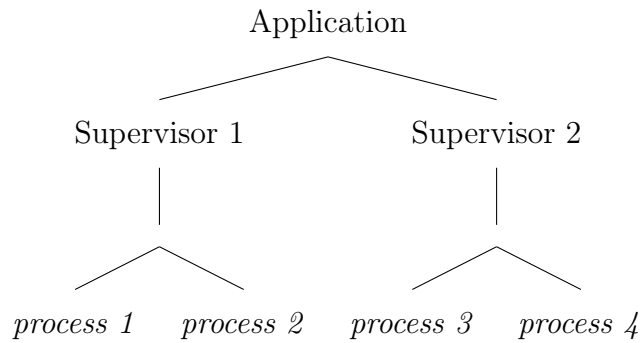


Рис. 2: Пример представления процессов и их наблюдателей в OTP

числений. Поэтому при анализе распределенных систем одним из значимых видов отказа выделяют принцип “обратного давления”. Он гласит, что отказоустойчивая распределенная система при движении потоков данных всегда должна работать с такой же скоростью, какая скорость у самого медленного компонента. Использование этого принципа предполагает защиту распределенной системы от переполнения буферов ввода-вывода и коммуникаций. Одной из распространенных проблем, которая возникает в системах, не реализующих данный принцип, является утечка памяти в очереди планировщика [12].

В OTP реализация базового механизма обратного давления реализуется с помощью блокирующих операций *call*, которые не позволяют текущему процессу продолжать дальнейшее исполнение кода, пока отправитель не получит разрешение на прием от получателя и результат вызова [13].

Safe NIF

Native Implemented Functions, исполняющиеся за пределами HiPE планировщика в виде нативного кода, являются одним из способов значительной оптимизации производительности виртуальной машины, но у этих функций есть серьезный недостаток - при любом исключении в ходе исполнения функции выключится вся виртуальная машина HiPE, что делает использование NIF опасным решением.

В OctopusProject используется обертка Rustler [14], которая позволяет встраивать в виртуальную машину функции, написанные на языке Rust. Rustler в случае возникновения исключений перехватывает их до достижения ядра планировщика и преобразует их в стандартные ошибки внутри HiPE, которые могут быть легко обработаны.

Безопасная передача сообщений

Передача сообщений внутри виртуальной машины HiPE может осуществляться в двух возможных способах - “Fire And Forget”, когда сообщение просто добавляется в *почтовый ящик* процесса, либо же способом мониторинга, когда процесс блокируется до получения уведомления от получателя. Второй способ гораздо безопаснее, поскольку учитывает так же и тот факт, что процесс внутри виртуальной машины может быть перезапущен и внутри него могут быть другие данные.

Балансировка нагрузки

Для балансировки нагрузки между узлами кластера используются инструменты *erl_pool* и блокирующая очередь. *Erl_pool* - это модуль в OTP, который позволяет осуществлять базовую балансировку нагрузку посредством создания пула исполнителей. На выбор кандидата из пула влияют размер его отложенных сообщений и системная нагрузка узла. Блокирующая очередь позволяет обеспечивать простой механизм назначения вычислительных заданий узлам в кластере при условии сохранения возможность горизонтального масштабирования системы. Использование механизма блокировок обеспечивает дополнительную отказоустойчивость, защищая процесс очереди от переполнения памяти.

Поддержание целостности задачи

Механизм обеспечения целостности исходной задачи базируется на применении операции *редукции дерева сопряжений*, сворачивающей подобласти задачи в более крупные на основе слияния соответствующих ведер.

Общие положения

Пусть в общем случае на вход для декомпозиции исходной задачи поступает массив ключей $K = [k_1, k_2, \dots, k_n]$ и массив значений $P = [p_1, p_2, \dots, p_n]$, где между этими массивами устанавливается отношение $k_i \rightarrow p_i$ где $i \in [1, n]$. Для поддержания целостности выдвигается гипотеза о таком разбиении области на перекрывающиеся подобласти порядка o на m ведер, где o - величина перекрытия исходной области задачи. Тогда получаем массив ведер $B = [b_1, b_2, \dots, b_m]$,

$b_i = [k_{l_i}, k_{l_{i+1}}, \dots, k_{r_i}]$, $i \in [1, m]$, тогда размер ведра $size_b_i = Len(b_i) = r_i - l_i$. Перекрытие между двумя ведрами $o_i = b_i \cap b_{i+1}$ для $i \in [1, m - 1]$, $Len(o_i) = o$. Другими словами, любые ведра $b_i = [k_{l_i}, k_{l_{i+1}}, \dots, k_{r_i}]$ и $b_j = [k_{l_j}, k_{l_{j+1}}, \dots, k_{r_j}]$ имеют разделяемые данные, если выполняются условия $i \neq j$, $r_i \geq l_j$.

Соседними ведрами b_i по отношению b_j будем называть те ведра, где $b_i \cap b_j \neq \emptyset$ и $i \neq j$. Очевидно, что разбиение области на m ведер с порядком $o = 0$ представляет собой разбиение B , где каждое ведро имеет структуру $b_i = [k_{l_i}, k_{l_{i+1}}, \dots, k_{r_i}]$ и для любой пары ведер b_i и b_j выполняются условия $i \neq j$, $r_i < l_j$.

Если исходная задача требует поддержания целостности (то есть, в частности, определенная некоторая функциональная зависимость данных, доступных по одним ключам, от других, доступных по другим), то тогда порядок ее разбиения всегда больше нуля. Такую исходную задачу назовем **связной**. Если же исходная задача не требует поддержания целостности (то есть, между никакими данными невозможно и не нужно определять зависимость, например, это массивные данные из лог-файлов), то тогда ее порядок разбиения равен нулю и только нулю. Такую исходную задачу назовем **несвязной** или **просто параллелизуемой**.

В данной работе рассматривается связный класс задач с фиксированным размером всех ведер $size_b$ (либо с фиксированным для всех кроме одного) с порядком разбиения $0 < o \leq \lfloor \frac{size_b}{2} \rfloor$. При таком разбиении у любого ведра b_i может быть по два соседних ведра при $i \in [2, m - 1]$, а b_1 и b_m будут иметь по одному соседу.

В таких задачах количество ведер определяем по формуле 1.

$$\left\lceil \frac{size_b + (\lfloor \frac{Len(K)}{size_b - o} \rfloor - 1) * (size_b - o)}{Len(K)} \right\rceil \quad (1)$$

Относительно близкими ведрами назовем те ведра, для которых некоторым образом определенная функция $ExitMergeReason(b_i, b_j)$ возвращает истину, природа этой функции не имеет значения на текущий момент. Если же функция $ExitMergeReason(b_i, b_j)$ возвращает ложь, то такие ведра назовем **относительно далекими**.

Слиянием двух ведер назовем некоторую функцию $Merge(b_i, b_j)$, объединяющую ключи из двух ведер в одно. Разделяемые между ведрами ключи отбираются внутренним механизмом, что не принципиально.

Таким образом получаем, что процесс объединения ведер результатов вычислений должен быть рекурсивным процессом объединения исходного разбиения в

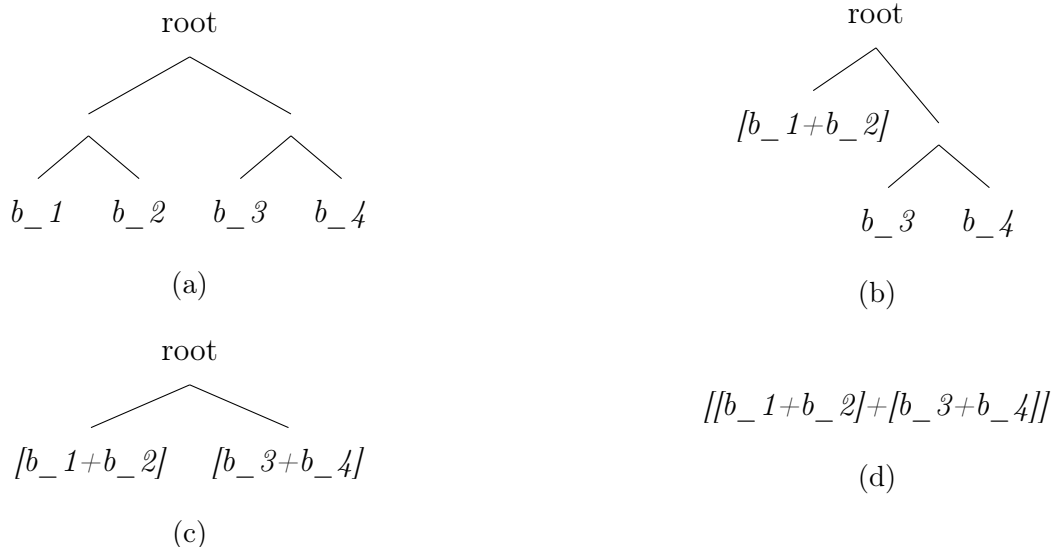


Рис. 3: Пример свертки дерева редукции. (a) - начальное дерево, (b) - свертка ведер b_1 и b_2 , получение нового ведра $[b_1+b_2]$, (c) - свертка ведер b_3 и b_4 , получение нового ведра $[b_3+b_4]$, (d) - свертка корневого элемента, окончание сопряжений

более крупные до восстановления всей исходной задачи.

Дерево редукций

Для описания порядка объединения ведер используется древообразная структура данных. В нелистовых узлах не хранится никаких значений, в листовых - ссылки на идентификаторы ведер. Соседние ведра имеют одного общего родителя.

После исполнения слияния двух соседних ведер, ключ нового ведра записывается в их общего родителя, а листья, в которых хранились ссылки на два сопрягаемых ведра, отбрасываются.

Пример итерационного процесса сопряжения ведер представлен на рисунке 3.

Алгоритм сопряжения

После завершения процессом-исполнителем вычислительного процесса, *Worker* вызывает у *Conjugator* функцию сопряжения $Conjugate(b_i, b_j, ConjTree)$, принимающую в качестве аргументов ведра b_i и b_j и дерево сопряжений *ConjTree*. Поскольку процессная логика не имеет понятия состояния, функция свертки листьев дерева продуцирует новое дерево со сброшенными старыми листьями. Формально алгоритм описан на листинге 1 в соответствии с нотацией псевдокода IEEE.

После исполнения функции *Conjugate* процесс *Conjugator* сопоставляет полу-

Листинг 1 Алгоритм сопряжения двух ведер

```
1: function CONJUGATE( $b_1, b_2, ConjTree$ )
2:   some initialization goes here
3:   if ExitMergeReason( $b_1, b_2$ ) then
4:      $NewB \leftarrow Merge(b_1, b_2)$ 
5:      $NewConjTree \leftarrow ReduceTree(NewB, b_1, b_2)$ 
6:     return [conjugated, NewB, NewConjTree]
7:   else
8:      $MutBuckets \leftarrow Mutate(b_1, b_2)$ 
9:     return [not_conjugated, mut_buckets]
10:  end if
11: end function
```

ченный результат с шаблоном. Если сопряжение прошло успешно, то нужно собрать новое задание на сопряжение уже следующей пары объединенных ведер. Это хорошо видно на рисунке 3: после исполнения (3.b) сопряжены b_1 и b_2 , но новое задание на сопряжение объединенных ведер $[b_1+b_2]$ и $[b_3+b_4]$ производить нельзя - ведра b_3 и b_4 еще не сопряжены. Поэтому новое задание на сопряжение не генерируется и не отправляется брокеру. После исполнения (3.c) сопряжены уже b_3 и b_4 , в результате получается новое ведро $[b_3+b_4]$, причем их сестренский узел является так же листом (результатом сопряжения) - значит, на уже этом шаге можно собрать новое задание на сопряжение, но уже у корня, как это видно на (3.d).

То есть, обобщая все вышесказанное, можно сделать следующий вывод: при каждом успешном сопряжении относительно близких ведер после редукции дерева сопряжений необходимо производить проверку сестринского узла - если он является листом, то необходимо сгенерировать новое задание на сопряжение.

Описание реализации абстрактных компонент системы на примере численного решения задачи Дирихле для уравнения Пуассона

Для тестирования абстрактного решателя была выбрана задача численного решения первой краевой задачи стационарного уравнения теплопроводности. Для относительно “хороших” областей она хорошо поддается декомпозиции и эффек-

тивному сопряжению результатов решения. В данной работе не рассматривается физической смысл используемого алгоритма сопряжения конкретно для уравнения теплопроводности, поскольку для OctopusProject превалирует важность обеспечения этих расчетов.

Декомпозиция области

Как описано в разделе “Поддержание целостности задачи”, декомпозиция исходной задачи производится на области, но расположение этих областей зависит от *связности* задачи. Численное решение уравнения теплопроводности может производиться с помощью аппроксимации дифференциального уравнения разностным, в частности, с помощью схемы Рундсона “крестом” [15]. Наличие схемы определяет четкую функциональную зависимость соседних ведер из-за функциональной зависимости между значениями в разделяемых данных.

Формализуем исходной задачи в семантике *OctopusProject*. Для этого сгенерируем сетку в виде двумерного массива $M = [m_1, m_2, \dots, m_n]$. Каждый элемент m_i представляет собой строку двумерного массива. Как было указано в разделе “Поддержание целостности задачи”, элементы m_i переходят элементы v_i массива значений V , а массив K будет состоять из элементов $k_i = i$, соответствие между ними устанавливается $k_i \rightarrow v_i$. Другими словами, исходный двумерный массив сохраняется внутри системы *построчно*. Исходная задача, как было указано в разделе “Поддержание целостности задачи”, является связной, поэтому разбиение области будет иметь порядок o больше нуля. Пример такого разбиения “лентами” представлен на рис. 4.

Организация сопряжений

После декомпозиции производится построение дерева сопряжений.

Функция, проверяющая относительную близость ведер представлена на листинге 2.

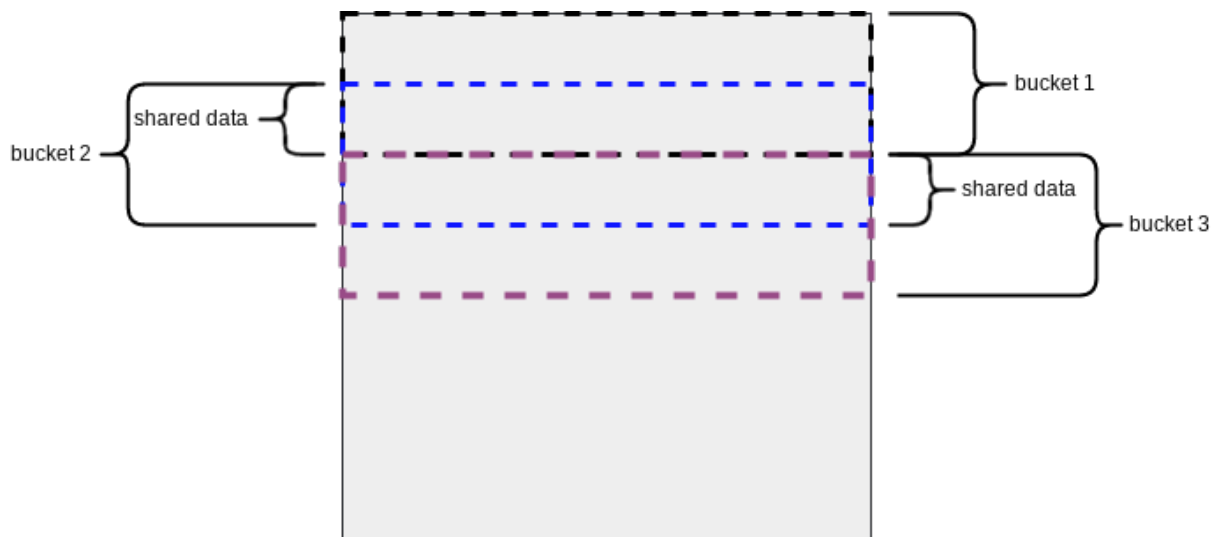


Рис. 4: Пример разбиения области решения исходной задачи Дирихле на “ленты”. Как видно на рисунке, у каждой подобласти (кроме крайних) есть по два соседа.

Листинг 2 Алгоритм проверки на относительную близость ведер

```

1: function EXITMERGEREASON( $b_1, b_2, shared\_keys$ )
2:    $v1 \leftarrow UnpackBucket(b_1)$ 
3:    $v2 \leftarrow UnpackBucket(b_2)$ 
4:    $v1$  and  $v2$  filtered from nonshared keys by mutation this lists
5:   for  $key \in SharedKeys$  do
6:      $MaxDiff \leftarrow$  difference between corresponding elements by  $Abs(v1[k][i] - v2[k][i])$ 
7:   end for
8:   return  $MaxDiff < eps$ 
9: end function

```

Функцию слияния ведер определим по правилу “черепицы” - среди разделяемых ключей выберется тот ключ из того ведра, у которого порядковый номер больше (см. листинг 3).

Листинг 3 Алгоритм слияния ведер в одно

```
1: function MERGE( $b_1, b_2, shared\_keys$ )
2:   new bucket initialization in NewBucket
3:    $k1 \leftarrow UnpackBucketKeys(b_1)$  ▷ extract bucket keys
4:    $k2 \leftarrow UnpackBucketKeys(b_2)$ 
5:    $k1\_filtered \leftarrow ListSubtract(k1, shared\_keys)$  ▷ remove keys with shared data from first bucket's keys list
6:   for  $key \in k1\_filtered$  do
7:      $NewBucket[key] \leftarrow k1[key]$ 
8:   end for
9:   for  $key \in k2$  do
10:     $NewBucket[key] \leftarrow k2[key]$ 
11:  end for
12:  return NewBucket
13: end function
```

Функцию мутации данных в ведрах после неудачного сопряжения определим достаточно условно - как вычисление среднего арифметического между значениями соответствующих узлов сетки из каждого ведра. Алгоритм представлен на листинге 4.

Листинг 4 Алгоритм мутации двух ведер

```
1: function MUTATE( $b_1, b_2, shared\_keys$ )
2:   initialize new bucket tuple BucketPair
3:   for  $key \in shared\_keys$  do
4:     initialize empty tuple newline
5:     for  $i = 1toN$  do
6:        $NewLine[i] \leftarrow (b_1[key][i] + b_2[key][i])/2$ 
7:     end for
8:      $b_1[key] \leftarrow NewLine$  ▷ replace old lines with new, mutated
9:      $b_2[key] \leftarrow NewLine$ 
10:  end for
11:  SetBucketToBucketTuple(BucketPair, 1,  $b_1$ )
12:  SetBucketToBucketTuple(BucketPair, 2,  $b_2$ )
13:  return BucketPair
14: end function
```

Расчеты внутри области

Внутри каждой из подобластей, объединенных в отдельные ведра, пересчет производится явной разностной схемой, алгоритм пересчета не модифицируется. Функция для пересчета внутри области может быть (и рекомендуется) реализована на системном языке для оптимизации операций над числами с плавающей точкой.

Заключение

Система OctopusProject обеспечивает механизмы для эффективного численного решения задач, поддающихся декомпозиции по областям решения или моделям при наличии явных правил сопряжения. На примере показано, что для решения стационарного уравнения теплопроводности в системе OctopusProject достаточно указать функции для сопряжения соседних областей при декомпозиции и функцию для итерационного процесса внутри подобласти. Проблемы балансировки вычислительной нагрузки, развертывания на узлы в кластере, сопряжений соседних областей и поддержания отказоустойчивости разрешаются изнутри, тем самым повышая уровень оперируемых абстракций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Непомнящих С.В. Методы декомпозиции области и фиктивного пространства // Новосибирский государственный университет. ИВМ СО РАН. 2008. 29 с.
- [2] Lamport L. Time, Clocks, and the Ordering of Events in Distributed system // Communications of the ACM T. V. 21 № 7. 1978. P. 558-565.
- [3] Tanenbaum A.S. M. van Steen, Distributed systems, Principles and Paradigms. Pearson Prentice Hall. 2006. P. 687.
- [4] Gropp W. Lusk E., Fault Tolerance in Message Passing Interface Programs // The International Journal of High Performance Computing Applications V. 18 № 3. 2004. P. 363-372.
- [5] Scalas A. Casu G. Pili P., High-performance technical computing with Erlang // Proceedings of the 7th ACM SIGPLAN workshop on ERLANG. 2008. P. 49-60.
- [6] *Erlang NIF module documentation*. http://erlang.org/doc/man/erl_nif.html, дата обращения: 12.11.2016

- [7] Самборецкий С.С. Гиббаев Н.Д. Кашинцев М.О., Решение вопросов балансировки нагрузки и обеспечения отказоустойчивости в распределенной системе сопряжения секторных моделей // Суперкомпьютерные дни в России, Труды международной конференции. 2016. С. 967-977.
- [8] Armstrong J. Virding R. Wikstroem C. Williams M., Concurrent programming in Erlang. Prentice Hall PTR. 1996. Second Edition. P. 358.
- [9] Johansson E. Pettersson M. Sagonas K., A High Performance Erlang System // Proceedings of the 2nd ACM SIGPLAN international conference on Principles and practice of declarative programming. 2000. P. 32-43.
- [10] Hewitt C. Bishop P. Steiger R., A Universal Modular Actor Formalism for Artificial Intelligence // Proceedings of the 3rd international joint conference on Artificial intelligence. 1973. P. 235-245.
- [11] Mattson H. Nilsson H. Wikström C., Mnesia — A Distributed Robust DBMS for Telecommunications Applications // Proceedings of the First International Workshop on Practical Aspects of Declarative Languages. 1999. P. 152-163.
- [12] Huang L. Zhang S. Chen M. Liu X., When Backpressure Meets Predictive Scheduling // IEEE/ACM Transactions on Networking (TON). V. 24, I. 4. 2016. P. 2237-2250.
- [13] *Erlang/OTP complete reference*. <http://erlang.org/doc/>, дата обращения: 21.10.2016
- [14] *Rustler repo*. <https://github.com/hansihe/rustler>, дата обращения: 25.11.2016
- [15] Самарский А.А., Введение в теорию разностных схем. М.: Наука. 1971. 553 с.

**Моделирование магнитогидродинамических волн на поверхности
жидкости конечной проводимости**

Аннотация. Рассмотрена задача о распространении магнитогидродинамических волн на свободной поверхности жидкости с конечной проводимостью. Система уравнений магнитной гидродинамики сведена к одному уравнению в частных производных второго порядка для вихря магнитного поля. Представлено решение этого уравнения в виде прогрессивной волны.

Ключевые слова: декремент затухания, магнитная вязкость, магнитная гидродинамика, свободная поверхность.

Введение. Магнитогидродинамические (МГД) поверхностные волны распространяются по свободной поверхности электропроводной (проводящей) жидкости при наличии магнитного поля. Поэтому исследование этого процесса представляет практический интерес в ядерной энергетике, металлургии и астрофизике. Для идеально (бесконечно) проводящей жидкости решение нелинейной задачи о МГД поверхностных волнах приведено в работах [1], [2]. Для случая свободной поверхности слоя текущей идеально проводящей жидкости решение получено в [3]. Линейная задача о МГД волнах на поверхности бесконечно глубокого слоя жидкости конечной проводимости рассмотрена в [4]. Полученное в ней решение представляет незатухающую по глубине волну, что физически мало содержательно. В настоящей работе эта задача сведена к одному уравнению, решение которого дает затухающую по глубине волну.

Математическая модель. Рассмотрим систему уравнений магнитной гидродинамики для несжимаемой жидкости, обладающей конечной проводимостью [5], [6]:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) \vec{v} &= -\nabla \left(\frac{p}{\rho} + \frac{B_1^2}{8\pi\rho\mu_1} \right) + \frac{1}{\rho\mu_1} (\vec{B}_1 \nabla) \vec{B}_1 + \vec{g}, \\ \operatorname{div} \vec{v} &= 0, \\ \frac{\partial \vec{B}_1}{\partial t} &= \operatorname{rot} (\vec{v} \times \vec{B}_1) + v_m \Delta \vec{B}_1, \\ \operatorname{div} \vec{B}_1 &= 0.\end{aligned}\tag{1}$$

Здесь ρ - плотность, P - давление, $\vec{v}$ - скорость, $\vec{g}$ - ускорение свободного падения, $\vec{B}_1$ - вектор магнитной индукции, $v_m = \frac{1}{\sigma\mu_1}$ - магнитная вязкость, в которой c - скорость света, σ - электропроводность, μ_1 - магнитная проницаемость.

В вакууме уравнения Максвелла запишутся следующим образом:

$$\begin{aligned}\operatorname{rot} \vec{B}_2 &= 0, \\ \operatorname{div} \vec{B}_2 &= 0\end{aligned}\tag{2}$$

Аналогично для твердого основания

$$\begin{aligned}\operatorname{rot} \vec{B}_3 &= 0, \\ \operatorname{div} \vec{B}_3 &= 0\end{aligned}\tag{3}$$

Введем декартовую систему координат так, что невозмущенная свободная поверхность жидкости совпадет с плоскостью $z=0$, а ось z направлена против вектора $\vec{g}$. Далее предположим, что величины не зависят от y и компонента скорости по оси y равна $w=0$.

В выбранной системе координат при сделанных предположениях граничные условия запишутся следующим образом:

1. На свободной поверхности, заданной уравнением $z = \xi(x, t)$:

$$\begin{aligned}
v &= \frac{\partial \xi}{\partial t} + u \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
B_{1z} &= B_{1x} \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
B_{2z} &= B_{2x} \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
\frac{B_{2z}^2}{2\rho\mu_2} - p - \frac{B_{1z}^2}{2\rho\mu_1} &= \alpha \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \left[1 - \frac{3}{2} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 \right].
\end{aligned} \tag{4}$$

2. На дне, $z = -l$:

$$\begin{aligned}
v &= 0 \\
B_{1z} &= 0, \\
B_{3z} &= 0.
\end{aligned} \tag{5}$$

3. $\vec{B}_2$ и $\vec{B}_3$ не должны возрастать при $z \rightarrow \pm\infty$

Краевая задача. Рассмотрим плоское волновое движение жидкости в случае распространения по свободной поверхности установившейся волны. Ось x выберем в направлении распространения поверхностной волны. Предполагается, что векторы магнитной индукции невозмущенного магнитного поля $\vec{B}_{01}, \vec{B}_{02}, \vec{B}_{03}$ в областях 1,2,3 параллельны оси x . При распространении волны магнитное поле будет записываться в виде $\vec{B}_i = \vec{B}_{0i} + \vec{B}_{wi}$, $i = 1, 2, 3$.

В качестве малого параметра примем

$$\varepsilon = k\xi_{\max}$$

где $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ - волновое число, λ - длина волны, $\xi_{\max}$ - максимальное значение смещения свободной поверхности

Введем безразмерные параметры:

$$\begin{aligned}
 x &= kx, \\
 z &= kz, \\
 t &= c_0 kt, \\
 \vec{v} &= \frac{\vec{v}}{\varepsilon c_0}, \\
 \xi &= \frac{k\xi}{\varepsilon}, \\
 \vec{b}_i &= \frac{\vec{B}_{wi}}{\varepsilon |\vec{B}_{oi}|}, \\
 p &= \frac{1}{\varepsilon \rho c_0^2} (p - \rho gz - p_0), p_0 = \frac{1}{8\pi} (B_{02}^2 - B_{01}^2).
 \end{aligned}$$

Тогда уравнения в безразмерном виде запишутся следующим образом

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \varepsilon (\vec{v} \nabla) \vec{v} &= -\nabla p - \frac{v_{A1}^2}{c_0^2 \mu_1} \nabla \left(b_{1x} + \varepsilon \frac{b_1^2}{2} \right) + \frac{v_{A1}^2}{c_0^2 \mu_1} \frac{\partial \vec{b}_1}{\partial x} + \varepsilon \frac{v_{A1}^2}{c_0^2 \mu_1} (\vec{b}_1 \nabla) \vec{b}_1, \\
 \operatorname{div} \vec{v} &= 0, \\
 \frac{\partial \vec{b}_1}{\partial t} &= \operatorname{rot} (\vec{v} \times \vec{e}_x) + \varepsilon \operatorname{rot} (\vec{v} \times \vec{b}_1) + v_m \Delta \vec{b}_1, \\
 \operatorname{div} \vec{b}_1 &= 0.
 \end{aligned} \tag{6}$$

где $\vec{e}_x$ - единичный вектор оси x , $v_{A1}^2 = \frac{B_{01}^2}{\rho \mu_1}$ - квадрат альфвеновской скорости.

Граничные условия

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial \xi}{\partial x} + \varepsilon u \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
 b_{1z} &= \frac{\partial \xi}{\partial x} + \varepsilon b_{1x} \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
 b_{2z} &= \frac{\partial \xi}{\partial x} + \varepsilon b_{2x} \frac{\partial \xi}{\partial x} \\
 \Theta_2^2 \frac{b_{2x}}{\mu_2} + \Theta_2^2 \frac{\varepsilon b_2^2}{2\mu_2} - \Theta_1^2 \frac{b_{1x}}{\mu_1} - \Theta_1^2 \frac{\varepsilon b_1^2}{2\mu_1} - p + \frac{g\xi}{kc_1^2} &= \frac{v_c^2}{c_1^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \left[1 - \frac{3\varepsilon^2}{2} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 \right].
 \end{aligned} \tag{7}$$

Положив $\varepsilon = 0$ в (6) и (7) (что соответствует линейной задаче), имеем:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} &= -\nabla p - \frac{v_{A1}^2}{c_0^2} \nabla b_{1x} + \frac{v_{A1}^2}{c_0^2} \frac{\partial \vec{b}_1}{\partial x}, \\
\operatorname{div} \vec{v} &= 0, \\
\frac{\partial \vec{b}_1}{\partial t} &= \operatorname{rot}(\vec{v} \times \vec{e}_x) + \nu_m \Delta \vec{b}_1, \\
\operatorname{div} \vec{b}_1 &= 0.
\end{aligned} \tag{8}$$

Граничные условия при $z = 0$

$$\begin{aligned}
v &= \frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
b_{1z} &= \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
b_{2z} &= \frac{\partial \xi}{\partial x}, \\
\Theta_2^2 \frac{b_{2x}}{\mu_2} - \Theta_1^2 \frac{b_{1x}}{\mu_1} - p + \frac{g\xi}{kc_1^2} &= \frac{v_c^2}{c_1^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \left[1 - \frac{3\varepsilon^2}{2} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 \right].
\end{aligned} \tag{9}$$

где $\frac{v_{A1}^2}{c_0^2} = \Theta^2$, c_0 - фазовая скорость гравитационной волны. Возьмем

дивергенцию от первого уравнения системы (8):

$$\Delta(p + \Theta^2 b_{1x}) = 0. \tag{10}$$

Взяв от первого уравнения системы (7) ротор, получим:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} = \Theta^2 \frac{\partial \omega_A}{\partial x}, \tag{11}$$

где $\omega = \operatorname{rot} \vec{v}$, $\omega_A = \operatorname{rot} \vec{b}_1$.

Применив ротор к третьему уравнению системы, получим:

$$\frac{\partial \omega_A}{\partial t} = -\Delta v + \nu_m \Delta \omega_A, \tag{12}$$

Продифференцируем уравнение (11) по x :

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial \omega}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x \partial z} - \frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} \right) = -\Delta v_z = \Theta^2 \frac{\partial^2 \omega_A}{\partial x^2},$$

Используя это, получим уравнение для магнитогидродинамического вихря:

$$\frac{\partial \omega_A}{\partial t} = \Theta^2 \frac{\partial^2 \omega_A}{\partial x^2} + \nu_m \Delta \omega_A, \quad (13)$$

Решение задачи. Решение будем искать в комплексной форме:

$$\omega_A = A e^{mz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t)}$$

где

$$m = b + ia, \quad a, b = \text{const}, \quad A = A_R + iA_I, \quad \gamma = \gamma_R + i\gamma_I,$$

$$\gamma_R = -\beta, \quad \gamma_I = -\alpha, \quad \alpha = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{c}{c_0}$$

Подставим это решение в уравнения (13). Выпишем значения всех производных

$$\begin{aligned} \partial_{xx}^2 \omega_A &= -\omega_A, \\ \partial_t \omega_A &= \gamma \omega_A, \\ \Delta \omega_A &= (m^2 - 1) \omega_A \end{aligned}$$

Тогда уравнение (13) примет вид:

$$[\gamma - \nu_m(m^2 - 1) + \theta^2] \omega_A = 0$$

Из уравнения получаем $\gamma = \nu_m(m^2 - 1) - \theta^2$

Найдем компоненты магнитного поля из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \Delta b_{1z} = -iA e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} \\ \Delta b_{1x} = mA e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} \end{cases}$$

$$\text{Т.к. } \frac{\partial b_{1z}}{\partial z} = -\frac{\partial b_{1x}}{\partial x}, \text{ то } \frac{\partial b_{1x}}{\partial x} = -m B e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)}.$$

$$\text{Отсюда } \frac{\partial b_{1x}}{\partial x} = -\frac{m}{i} B e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)}.$$

Выразим коэффициент B через A :

$$\begin{cases} -B e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} + m^2 B e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} = -iA e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} \\ -m i B e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} - \frac{m^3}{i} B e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} = m A e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} -B + m^2 = -iA \\ B - m^2 = iA \end{cases},$$

$$B = -\frac{i}{m^2 - 1} A.$$

Тогда компоненты поля имеют вид

$$B_z = H_0 e^{z + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t)} - \frac{i}{m^2 - 1} A e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)},$$

$$B_x = i H_0 e^{z + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t)} + \frac{m}{m^2 - 1} A e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)}$$

Найдем компоненты скорости из уравнения из уравнения (13)

Будем искать v - компоненту скорости в виде:

$$v = V e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)}$$

Тогда

$$m^2 V e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} - V e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} = -\gamma A e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)} + v_m (m^2 - 1) e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)},$$

$$(m^2 - 1)V = (\gamma v_m (m^2 - 1) - \gamma) A,$$

$$V = \left(v_m - \frac{\gamma}{m^2 - 1} \right) A$$

Из равенство нулю дивергенции скорости найдем u -компоненту скорости, тогда компоненты скорости имеют вид:

$$v = V_0 e^{z + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t)} + \left(v_m - \frac{\gamma}{m^2 - 1} \right) A e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)},$$

$$u = i V_0 e^{z + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t)} + i m \left(v_m - \frac{\gamma}{m^2 - 1} \right) A e^{bz + \gamma_R t + i(x + \gamma_I t + az)}$$

Выразим давление из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\partial P}{\partial x}, \\ \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial P}{\partial z} - \theta^2 \frac{\partial B_z}{\partial z} + \theta^2 \frac{\partial B_z}{\partial x} \end{cases}$$

Отсюда находим

$$P = -\gamma V_0 e^{z+\gamma_R t+i(x+\gamma_I t)} - \gamma m \left(v_m - \frac{\gamma}{m^2 - 1} \right) A e^{bz+\gamma_R t+i(x+\gamma_I t+az)}$$

Из граничного условия $B_x = \frac{\partial \xi}{\partial x}$ найдем форму свободной поверхности:

$$\xi = -iH_0 e^{\gamma_R t+i(x+\gamma_I t)} - \frac{A}{m^2 - 1} e^{\gamma_R t+i(x+\gamma_I t)}$$

Таким образом, исходная линейная система уравнений сведена к уравнению второго порядка для вихря магнитного поля. На основании найденного решения для вихря магнитного поля определены скорость, давление и форма свободной поверхности

Список литературы:

1. Алешков Ю.З, Баринов В.А., Тактаров Н.Г. О распространении нелинейных магнитогидродинамических поверхностных волн // Магнитная гидродинамика. 1989. №4. С. 79-86
2. Баринов В.А., Тактаров Н.Г. Математическое моделирование магнитогидродинамических поверхностных волн. Саранск: Изд-во Мордов.ун-та, 1991. 96 с.
3. Баринов В.А., Тактаров.Н.Г. Нелинейные магнитогидродинамические поверхностные волны на слое движущейся жидкости // Магнитная гидродинамика. 1990. №4. С. 71-76
4. Задорожный А.И, Грунтфест Р.А. Собственные колебания жидкости конечной электропроводимости при наличии внешнего магнитного поля. //Прикладная механика и техническая физика. 2000. Т.41.№2. С. 3-10.
5. Куликовский А.Г, Любимов Г.А. Магнитная гидродинамика. М.: Логос, 2011. 328с.
6. Шерклиф Дж. Курс магнитной гидродинамики . М.: Мир, 1967. 320с.

О ВЫЧИСЛЕНИИ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ Э. ШМИДТА МЕТОДОМ ЛОЖНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Аннотация. В работе методом ложных возмущений определяются кратные фредгольмовы собственные значения Э.Шмидта. Используется метод редукции для сведения кратных собственных значений к простому.

Ключевые слова: уравнение разветвления, оператор ложного возмущения, диаграмма Ньютона.

В работе [2] определяется фредгольмовость собственных значений Э.Шмидта и определяются обобщенные жордановы цепочки (ОЖЦ). Рассматривается численный метод, основанный на методе ложных возмущений для определения собственных значений Э.Шмидта и соответствующих им собственных элементов.

В данной работе исследуется возмущение спектра Э.Шмидта. Методами теории ветвления [4] строится уравнение разветвления собственного значения Э.Шмидта. Применяя метод диаграммы Ньютона к уравнению разветвления устанавливаются порядки зависимости собственного значения возмущенного оператора от возмущающего малого параметра ε . На основе результатов предыдущего параграфа строится алгоритм вычисления кратных фредгольмовых точек дискретного спектра Э. Шмидта методом ложных возмущений. Для упрощения вычислений используется метод редукции предложенный в работах [5,6].

1 Постановка задачи

Пусть H – гильбертово пространство, и $B_0, A_0 : H \rightarrow H$ – линейные операторы.

Определение 1. Число $\lambda \in \mathbb{C}$ называется собственным значением Э.Шмидта, если система уравнений

$$B_0\varphi = \lambda A_0\psi, B_0^*\psi = \lambda A_0\varphi \quad (1)$$

имеет нетривиальные решения (φ, ψ) . Пару (φ, ψ) называют A_0 -собственным элементом Э.Шмидта соответствующим собственному значению λ .

В прямой сумме $H \oplus H$ равенства (1) можно написать в матричном виде

$$(\mathcal{B}_0 - \lambda \mathcal{A}_0) \oplus = \begin{pmatrix} -\lambda A_0^* & B_0^* \\ B_0 & -\lambda A_0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi \\ \psi \end{pmatrix} = 0,$$

где

$$\mathcal{B}_0 = \begin{pmatrix} 0 & B_0^* \\ B_0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \mathcal{A}_0 = \begin{pmatrix} A_0^* & 0 \\ 0 & A_0 \end{pmatrix}.$$

Аналогично определяются A_0^* -собственные элементы Э.Шмидта оператора B_0 , отвечающие тем же собственным значениям λ

$$B_0 \tilde{\varphi} = \lambda A_0^* \tilde{\psi}, \quad B_0^* \tilde{\psi} = \lambda A_0 \tilde{\varphi}$$

или

$$(\mathcal{B}_0^* - \lambda \mathcal{A}_0^*) \Psi = \left[\begin{pmatrix} 0 & B_0^* \\ B_0 & 0 \end{pmatrix} - \lambda \begin{pmatrix} A_0 & 0 \\ 0 & A_0^* \end{pmatrix} \right] \begin{pmatrix} \tilde{\varphi} \\ \tilde{\psi} \end{pmatrix} = 0.$$

Пусть $N(\mathcal{B}_0 - \lambda \mathcal{A}_0) = \{\Phi_i\}_1^n$, $N(\mathcal{B}_0^* - \lambda \mathcal{A}_0^*) = \{\Psi_i\}_1^m$.

Определение 2. Если $m = n$, то собственное значение λ называем фредгольмовым, в ином случае λ называется нетеровым.

Пусть λ_0 - фредгольмова точка спектра Шмидта оператор-функции $\mathcal{B}_0 - t\mathcal{A}_0$ с соответствующими $\mathcal{A}_0$ - и $\mathcal{A}_0^*$ - жордановыми цепочками с длинами $p_1 \leq p_2 \leq \dots \leq p_n$:

$$\begin{aligned} (\mathcal{B}_0 - \lambda_0 \mathcal{A}_0) \Phi_{i0}^{(k)} &= \mathcal{A}_0 \Phi_{i0}^{(k-1)}, \quad (\mathcal{B}_0^* - \lambda_0 \mathcal{A}_0^*) \Psi_{i0}^{(k)} = \mathcal{A}_0^* \Psi_{i0}^{(k-1)}, \quad k = \overline{2, p_i}, \quad i = \overline{1, n}, \\ K &= \det \left\| \langle \mathcal{A}_0 \Phi_{i0}^{(p_i)}, \Psi_{j0}^{(1)} \rangle \right\| \neq 0, \quad L = \det \|L_{ij}\| \neq 0, \quad L_{ij} = \det \left\| \langle \mathcal{A}_0 \Phi_{i0}^{(p_i+1-k)}, \Psi_{j0}^{(l)} \rangle \right\|, \\ k(l) &= \overline{2, p_i(p_j)}, \quad i(j) = \overline{1, n}. \end{aligned}$$

Согласно [3] элементы $\Phi_{i0}^{(j)}, \Psi_{k0}^{(l)}, j(l) = \overline{2, p_i(p_k)}, i(k) = \overline{1, n}$ $\mathcal{A}_0$ - и $\mathcal{A}_0^*$ - жордановых наборов, отвечающих λ_0 оператор-функции $\mathcal{B}_0 - \lambda_0 \mathcal{A}_0$ могут быть выбраны так, чтобы выполнялись следующие соотношения биортогональности

$$\langle \Phi_{i0}^{(j)}, \Gamma_{k0}^{(l)} \rangle = \delta_{ik} \delta_{jl}, \quad \langle Z_{i0}^{(j)}, \Psi_{k0}^{(l)} \rangle = \delta_{ik} \delta_{jl},$$

где $\Gamma_{k0}^{(l)} = \mathcal{A}_0^* \Psi_{k0}^{(p_k+1-l)}, Z_{i0}^{(j)} = \mathcal{A}_0 \Phi_{i0}^{(p_i+1-j)}$. Для нашей задачи эти соотношения имеют вид

$$\langle \Phi_{i0}^{(j)}, \Gamma_{k0}^{(l)} \rangle = \langle \varphi_{i0}^{(j)}, A_0^* \tilde{\varphi}_{k0}^{(p_k+1-l)} \rangle + \langle A_0 \psi_{i0}^{(j)}, \tilde{\psi}_{k0}^{(p_k+1-l)} \rangle = \delta_{ik} \delta_{jl},$$

$$\langle Z_{i0}^{(j)}, \Psi_{k0}^{(l)} \rangle = \langle \varphi_{i0}^{(p_i+1-j)}, A_0^* \tilde{\varphi}_{k0}^{(l)} \rangle + \langle A_0 \psi_{i0}^{(p_i+1-j)}, \tilde{\psi}_{k0}^{(l)} \rangle = \delta_{ik} \delta_{jl}.$$

Пусть $\varepsilon \in \mathbb{C}$ — малый параметр, $|\varepsilon| \leq \varrho_0$ и $A(\varepsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \varepsilon^k : H \rightarrow H$, возмущенная оператор-функция такая, что $A(0) = A_0$.

Ставится задача: найти собственные значения $\lambda_0 + \mu(\varepsilon)$ задачи

$$B_0 \varphi = \lambda A(\varepsilon) \psi, \quad B_0^* \psi = \lambda A^*(\varepsilon) \varphi \quad (2)$$

такие, что $\mu(\varepsilon) \rightarrow 0$ при $\varepsilon \rightarrow 0$, а также собственные элементы $\Phi_i(\varepsilon)$, отвечающие этим собственным значениям.

1.1 Построение уравнения разветвления.

Поставленную задачу запишем в матричной форме:

$$(\mathcal{B}_0 - \lambda_0 \mathcal{A}_0) \Phi = \mu \mathcal{A}(\varepsilon) \Phi + \lambda_0 \mathcal{A}_1(\varepsilon) \Phi$$

где

$$\mathcal{A}(\varepsilon) = \begin{pmatrix} A^*(\varepsilon) & 0 \\ 0 & A(\varepsilon) \end{pmatrix}, \quad \mathcal{A}_1(\varepsilon) = \mathcal{A}(\varepsilon) - \mathcal{A}_0.$$

Строим операторы

$$(\overline{\mathcal{B}_0 - \lambda \mathcal{A}(\varepsilon)})_i = \mathcal{B}_0 - \lambda \mathcal{A}(\varepsilon) + \sum_{j \neq i} \langle \cdot, \Gamma_{j0} \rangle Z_{j0}. \quad (3)$$

Теорема 2.1. При каждом $i = \overline{1, n}$ и достаточно малых ε существуют постоянные $c_{is}, d_{is}, s \neq i$ такие, что $\lambda_i(\varepsilon)$ является простым собственным значением оператора (2.3) с соответствующим собственным элементом $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon) = \Phi_i + \sum_{s \neq i} c_{is} \Phi_s$ и дефектным функционалом $\tilde{\Psi}_i(\varepsilon) = \Psi_i + \sum_{s \neq i} d_{is} \Psi_s$.

Доказательство. Пусть $\lambda_i(\varepsilon)$ и $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon)$ собственное значение с соответствующим собственным элементом оператора (2.3). Тогда

$$\begin{aligned} 0 &= (\overline{\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon) \mathcal{A}(\varepsilon)})_i \tilde{\Phi}_i(\varepsilon) = \\ &= \sum_{j \neq i} c_{ij} (\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon) \mathcal{A}(\varepsilon)) \Phi_j(\varepsilon) + \sum_{j \neq i} \langle \Phi_i(\varepsilon), \Gamma_{j0} \rangle Z_{j0} + \sum_{j \neq i} \sum_{s \neq i} c_{is} \langle \Phi_s(\varepsilon), \Gamma_{j0} \rangle Z_{j0} \end{aligned}$$

или после применения функционалов $\Psi_{k0}, k \neq i$ к обеим частям равенства

$$\sum_{j \neq i} c_{ij} [\langle \Phi_j(\varepsilon), \Gamma_{k0} \rangle + \langle (\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon) \mathcal{A}(\varepsilon)) \Phi_j(\varepsilon), \Psi_{k0} \rangle] = -\langle \Phi_i(\varepsilon), \Gamma_{k0} \rangle, k \neq i. \quad (4)$$

Здесь в силу разложений $\Phi_s(\varepsilon) = \Phi_{s0} + O(\varepsilon)$ и $\mathcal{A}(\lambda_i; \varepsilon) = \mathcal{A}(\lambda_0; 0) + O(\varepsilon)$ имеем

$$\begin{aligned} (\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon)\mathcal{A}(\varepsilon))\Phi_s(\varepsilon) &= (\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon)\mathcal{A}(\varepsilon))\Phi_i(\varepsilon) + \\ &+ (\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon)\mathcal{A}(\varepsilon))(\Phi_s(\varepsilon) - \Phi_i(\varepsilon)) = (\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon)\mathcal{A}(\varepsilon))(\Phi_s(\varepsilon) - \Phi_i(\varepsilon)) = \\ &= [(\mathcal{B}_0 - \lambda_0\mathcal{A}_0) + O(\varepsilon)][\Phi_{s0} - \Phi_{i0} + O(\varepsilon)] = O(\varepsilon). \end{aligned}$$

Так как $\langle \Phi_i(\varepsilon), \Gamma_{j0} \rangle = \langle \Phi_{i0} + O(\varepsilon), \Gamma_{j0} \rangle = \delta_{ij} + O(\varepsilon)$, то определитель системы (2.4) отличен от нуля и поэтому она имеет единственное решение. Единственность $\tilde{\Psi}_i(\varepsilon)$ доказывается аналогично.

Для каждого $i = \overline{1, n}$ уравнение $(\overline{\mathcal{B}_0 - \lambda_i(\varepsilon)\mathcal{A}(\varepsilon)})_i \tilde{\Phi}_i(\varepsilon) = 0$ записывается в виде

$$(\mathcal{B}_0 - \lambda_0\mathcal{A}_0)\tilde{\Phi}_i(\varepsilon) = \mu_i(\varepsilon)\mathcal{A}(\varepsilon)\tilde{\Phi}_i(\varepsilon) + \lambda_0\mathcal{A}_1(\varepsilon)\tilde{\Phi}_i(\varepsilon) - \sum_{j \neq i} \langle \tilde{\Phi}_i(\varepsilon), \Gamma_{j0} \rangle Z_{j0}.$$

С помощью регуляризатора Шмидта оно сводится к системе

$$\begin{cases} \tilde{\Phi}_i(\varepsilon) = \xi_i [I - \mu_i - \mathcal{A}(\varepsilon) - \lambda_0 - \mathcal{A}_1(\varepsilon)]^{-1} \Phi_{i0}, \\ \xi_i = \langle \tilde{\Phi}_i(\varepsilon), \Gamma_{i0} \rangle, \end{cases} \quad (5)$$

где $- = \left[\mathcal{B}_0 - \lambda_0\mathcal{A}_0 + \sum_{i=1}^n \langle \cdot, \Gamma_{i0} \rangle Z_{i0} \right]^{-1}$. Подставляя $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon)$ во второе уравнение (2.5) строим уравнение разветвления:

$$\begin{aligned} L_i(\mu_i, \varepsilon) &\equiv \sum_{k+s=1}^{\infty} L_{ks}^{(i)} \mu_i^k \varepsilon^s \equiv \\ &\equiv \left\langle (\mu_i\mathcal{A}(\varepsilon) + \lambda_0\mathcal{A}_1(\varepsilon)) [I - \mu_i - \mathcal{A}(\varepsilon) - \lambda_0 - \mathcal{A}_1(\varepsilon)]^{-1} \Phi_{i0}, \Psi_{i0} \right\rangle = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

где в частности $L_{s0}^{(i)} = \left\langle \mathcal{A}_0 (\Gamma \mathcal{A}_0)^{s-1} \Phi_{i0}, \Psi_{i0} \right\rangle$, $s = 1, 2, \dots$, $L_{0k}^{(i)} = \left\langle \sum_{\alpha=1}^k \lambda_0^\alpha \sum_{k_1+k_2+\dots+k_\alpha=k} \Gamma \mathcal{A}_{k_1} \dots \Gamma \mathcal{A}_{k_\alpha} \Phi_{i0}, \Gamma_{i0} \right\rangle$, $k = 1, 2, \dots$

Теорема 2.2. Пусть $N(\mathcal{B}_0 - \lambda\mathcal{A}_0) = \{\Phi_i\}_1^n$, $N(\mathcal{B}_0^* - \lambda\mathcal{A}_0^*) = \{\Psi_i\}_1^n$. При отсутствии ОЖЦ для достаточно малых ε существует ровно n простых собственных значений $\lambda_i(\varepsilon)$ ($\lambda_i(0) = \lambda_0$) с соответствующими собственными элементами $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon)$ и дефектными функционалами $\tilde{\Psi}_i(\varepsilon)$, представимые в виде сходящегося ряда по целым степеням ε .

Доказательство. В силу условия теоремы $L_{10}^{(i)} = \langle \mathcal{A}_0 \Phi_{i0}, \Psi_{i0} \rangle \neq 0$, $i = \overline{1, n}$. Если $L_{0q}^{(i)}$ первый отличный от нуля коэффициент из последовательности

$\{L_{0j}^{(i)}\}_1^\infty$, то применяя к (2.6) диаграмму Ньютона [4] определяем убывающую часть состоящую из отрезка соединяющего точки $(1, 0)$ и $(0, q)$. Отсюда следует, что $\lambda_i(\varepsilon)$ и $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon)$ представляются рядами по степеням ε^q .

Теорема 2.3. Если для каждого $i = \overline{1, n}$ ОЖЦ имеют длины p_i , причем $\langle \mathcal{A}_0 \Phi_{i0}^{(p_i)}, \Psi_{i0}^{(1)} \rangle \neq 0$, то для достаточно малых ε существуют ровно $N = p_1 + p_2 + \dots + p_n$ непрерывных по ε собственных значений $\lambda_i(\varepsilon) = \lambda_0 + \mu_i(\varepsilon)$ с отвечающими им собственными элементами $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon)$, представимые сходящимися рядами по целым степеням ε и по степеням $\varepsilon^{\frac{1}{p_i-1}}$.

Доказательство. Рассмотрим сначала случай, когда $L_{0j}^{(i)} = 0, j = \overline{1, \infty}$, и $L_{11}^{(i)} \neq 0$. Тогда убывающая часть диаграммы Ньютона для уравнения разветвления (2.6) состоит из отрезка соединяющего точки $(1, 1)$ и $(p_i, 0)$. Отсюда следует, что $\lambda_i(\varepsilon)$ и $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon)$ представляются сходящимися рядами по степеням $\varepsilon^{\frac{1}{p_i-1}}$, т.е. задача (2.2) имеет ровно $N = p_1 + p_2 + \dots + p_n$ собственных значений, представимых сходящимися рядами по степеням $\varepsilon^{\frac{1}{p_i-1}}$.

Если же $L_{0j}^{(i)} = 0, j = \overline{1, q_{i-1}}, L_{0q_{i-1}}^{(i)} \neq 0$ и $L_{11}^{(i)} \neq 0$, то убывающая часть диаграммы Ньютона состоит из двух отрезков, один из которых соединяет точки $(1, 1)$ и $(p_i, 0)$, а второй точки $(1, 1)$ и $(0, q_i)$. Первому отрезку отвечает показатель $\frac{1}{p_i-1}$, а второму отрезку в любом случае - целочисленный показатель. Следовательно, задача (2.2) имеет n собственных значений, представимых сходящимися рядами по целым степеням ε и $N-n$ собственных значений, представимых сходящимися рядами по степеням $\varepsilon^{\frac{1}{p_i-1}}$. Каждому $\lambda_i(\varepsilon)$ отвечает собственный элемент $\tilde{\Phi}_i(\varepsilon)$, представимый сходящимся рядом по тем же степеням ε , что и соответствующий ему $\lambda_i(\varepsilon)$.

Замечание 1. Условие теоремы $\langle \mathcal{A}_0 \Phi_{i0}^{(p_i)}, \Psi_{i0}^{(1)} \rangle \neq 0$ допускает возможность неполноты обобщенного жорданова набора [4].

Замечание 2. Полученные результаты обобщаются на банаховы пространства E_1, E_2 с операторами $B_0, A_0(A(\varepsilon)) \in L(E_1, E_2)$, при плотном вложении $E_1 \subset E_2 \subset H$.

2 Уточнение собственных значений Э. Шмидта методом ложных возмущений

Теперь на основе метода регуляризации рассмотрим уточнение приближенно заданных собственных значений Шмидта и соответствующих им элементов ОЖЦ методом ложных возмущений. Результаты представлены в гильбертовых пространствах для упрощения изложения (см. замечание 2).

В прямой сумме $H \oplus H$ рассмотрим спектральную задачу Э. Шмидта (2.1). Пусть для n -кратного собственного числа Шмидта λ и отвечающих ему собственных и присоединенных элементов Шмидта $\{\varphi_k^{(j)}, \psi_k^{(j)}\}_{k=\overline{1, p_k}, j=\overline{1, n}}, \{\tilde{\varphi}_k^{(j)}, \tilde{\psi}_k^{(j)}\}_{k=\overline{1, n}, j=\overline{1, p_k}}$ известны достаточно хорошие приближения $|\lambda - \lambda_0| \leq \varepsilon, \|\varphi_i^{(j)} - \varphi_{i0}^{(j)}\| \leq \varepsilon, \|\psi_i^{(j)} - \psi_{i0}^{(j)}\| \leq \varepsilon, \|\tilde{\varphi}_i^{(j)} - \tilde{\varphi}_{i0}^{(j)}\| \leq \varepsilon, \|\tilde{\psi}_i^{(j)} - \tilde{\psi}_{i0}^{(j)}\| \leq \varepsilon$. Тем самым определены достаточно хорошие приближения $\lambda_0, \Phi_{k0}^{(j)}, \Psi_{k0}^{(j)}$ к собственному числу λ и элементам ОЖЦ $\Phi_k^{(j)}, \Psi_k^{(j)}, k = \overline{1, n}, j = \overline{1, p_k}$ соответствующих спектральных задач в прямых суммах гильбертовых пространств.

Справедлива (см. [2], [3])

Лемма. Переходя к линейным комбинациям, определяем системы

$$\{\Gamma_{k0}^{(l)}\}_{l=\overline{1, p_k}, k=\overline{1, n}}, \Gamma_{k0}^{(l)} = A^* \Psi_{k0}^{(p_k+1-l)}, \{Z_{k0}^{(l)}\}_{l=\overline{1, p_k}, k=\overline{1, n}}, Z_{k0}^{(l)} = A \Phi_{k0}^{(p_k+1-l)},$$

удовлетворяющие соотношениям биортогональности

$$\langle \Phi_{i0}^{(j)}, \Gamma_{k0}^{(l)} \rangle = \delta_{ik} \delta_{jl}, \langle Z_{i0}^{(j)}, \Psi_{k0}^{(l)} \rangle = \delta_{ik} \delta_{jl}.$$

Производим регуляризацию

$$\overline{\mathcal{B}} - t\mathcal{A} = \mathcal{B} - t\mathcal{A} + \sum_{k=2}^{p_1} \left\langle \cdot, \Gamma_{10}^{(k)} \right\rangle Z_{10}^{(p_1+1-k)} + \sum_{i=2}^n \sum_{k=1}^{p_i} \left\langle \cdot, \Gamma_{i0}^{(k)} \right\rangle Z_{i0}^{(p_i+1-k)}. \quad (7)$$

Согласно теореме 2.1 искомое собственное значение λ является простым фредгольмовым собственным значением оператор-функции (3.1). Более того, существуют постоянные $c_{is}, d_{is}, s = \overline{1, p_i}, i = \overline{1, n}$, такие, что соответствующие собственный элемент и дефектный функционал будут иметь вид

$$\begin{aligned} \tilde{\Phi} &= \Phi_1^{(p_1)} + \sum_{i=1}^n c_{i1} \Phi_i + \sum_{i=2}^n \sum_{s=2}^{p_i} c_{is} \Phi_i^{(s)} + \sum_{s=1}^{p_1-1} c_{1s} \Phi_1^{(s)}, \\ \tilde{\Psi} &= \Psi_1 + \sum_{i=2}^n d_{i1} \Psi_i + \sum_{i=1}^n \sum_{s=2}^{p_i} d_{is} \Psi_i^{(s)}. \end{aligned} \quad (8)$$

В качестве начальных приближений к $\tilde{\Phi}, \tilde{\Psi}$ выбираем элементы $\tilde{\Phi}_0 = \Phi_{10}^{(p_1)} - \Phi_{10}^{(p_1-1)}, \tilde{\Psi}_0 = \Psi_{10}$. За начальное приближение к собственному значению λ берем решение уравнения $\langle (\mathcal{B} - t\mathcal{A})\tilde{\Phi}_0, \tilde{\Psi}_0 \rangle = 0$, т.е. $\lambda_0 = \frac{\langle \mathcal{B}\tilde{\Phi}_0, \tilde{\Psi}_0 \rangle}{\langle \mathcal{A}\tilde{\Phi}_0, \tilde{\Psi}_0 \rangle}$.

Так как $\tilde{k}_0 = \langle \mathcal{A}\tilde{\Phi}_0, \tilde{\Psi}_0 \rangle = \langle \mathcal{A}\Phi_{10}^{(p_1)}, \Psi_{10} \rangle - \langle \mathcal{A}\Phi_{10}^{(p_1-1)}, \Psi_{10} \rangle = \langle \mathcal{A}\Phi_{10}^{(p_1)}, \Psi_{10} \rangle \neq 0$, то биортогональные элементы к $\tilde{\Phi}_0, \tilde{\Psi}_0$ можно выбрать в виде $\tilde{\Gamma}_0 = \frac{1}{\tilde{k}_0}\mathcal{A}^*\Psi_{10}, \tilde{Z}_0 = \frac{1}{\tilde{k}_0}\mathcal{A}\tilde{\Phi}_0$.

Оператор ложного возмущения определим следующим образом:

$$\begin{aligned}\mathcal{D}_0 x &= \langle x, \tilde{\Gamma}_0 \rangle (\overline{\mathcal{B} - \lambda_0 \mathcal{A}}) \tilde{\Phi}_0 + \langle x, (\overline{\mathcal{B}^* - \lambda_0 \mathcal{A}^*}) \tilde{\Psi}_0 \rangle \tilde{Z}_0, \\ \mathcal{D}_0^* y &= \langle (\overline{\mathcal{B} - \lambda_0 \mathcal{A}}) \tilde{\Phi}_0, y \rangle \tilde{\Gamma}_0 + \langle \tilde{Z}_0, y \rangle (\overline{\mathcal{B}^* - \lambda_0 \mathcal{A}^*}) \tilde{\Psi}_0.\end{aligned}$$

Тогда $\mathcal{D}_0 \tilde{\Phi}_0 = (\overline{\mathcal{B} - \lambda_0 \mathcal{A}}) \tilde{\Phi}_0, \mathcal{D}_0^* \tilde{\Psi}_0 = (\overline{\mathcal{B}^* - \lambda_0 \mathcal{A}^*}) \tilde{\Psi}_0$, т.е. $N(\overline{\mathcal{B} - \lambda_0 \mathcal{A}}) = \{\tilde{\Phi}_0\}, N(\overline{\mathcal{B}^* - \lambda_0 \mathcal{A}^*}) = \{\tilde{\Psi}_0\}$.

Используя регуляризатор Шмидта уравнение $(\overline{\mathcal{B} - t\mathcal{A}})x = 0$ сводится к системе

$$\begin{cases} x = \xi [I + \overline{\mathcal{D}_0 - (t - \lambda_0)\mathcal{A}}]^{-1} \tilde{\Phi}_0, \\ \xi = \langle x, \tilde{\Gamma}_0 \rangle. \end{cases} \quad (9)$$

где $\overline{\mathcal{D}_0 - (t - \lambda_0)\mathcal{A}} = [\overline{\mathcal{B} - \lambda_0 \mathcal{A}} - \mathcal{D}_0 + \langle \cdot, \tilde{\Gamma}_0 \rangle \tilde{Z}_0]^{-1}$.

Подстановка первого равенства во второе дает уравнение разветвления

$$F(t) \equiv 1 - \langle [I + \overline{\mathcal{D}_0 - (t - \lambda_0)\mathcal{A}}]^{-1} \tilde{\Phi}_0, \tilde{\Gamma}_0 \rangle = 0, \quad (10)$$

Искомое λ является простым корнем уравнения разветвления.

Тогда согласно теореме 2.1 работы [6] при достаточно хороших начальных приближений уравнение (3.4) имеет единственное решение, которое можно определить модифицированным методом Ньютона:

$$\lambda_{m+1} = \lambda_m - [F'(\lambda_0)]^{-1} F(\lambda_m), \quad m = 0, 1, 2, \dots,$$

Заметим, что на каждом шаге необходимо решать одно операторное уравнение

$$[\overline{\mathcal{B} - \lambda_m \mathcal{A}} + \langle \cdot, \tilde{\Gamma}_0 \rangle \tilde{Z}_0] x = \tilde{Z}_0.$$

Элементы ОЖЦ $\Phi_i^{(j)}, \Psi_k^{(l)}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, p_i}, l = \overline{1, p_k}, k = \overline{1, m}$ определяются из следующих рекуррентных уравнений:

$$\left[\mathcal{B} - \lambda \mathcal{A} + \sum_{s=1}^n \langle \cdot, \Gamma_{s0} \rangle Z_{s0} \right] X = Z_{i0}, \quad \left[\mathcal{B}^* - \lambda \mathcal{A}^* + \sum_{s=1}^n \langle Z_{s0}, \cdot \rangle \Gamma_{s0} \right] Y = \Gamma_{i0},$$

$$\left[\mathcal{B} - \lambda \mathcal{A} + \sum_{s=1}^n \langle \cdot, \Gamma_{s0} \rangle Z_{s0} \right] X_{j,i} = \mathcal{A} X_{j-1,i} + Z_{i0}, \quad X_{1i} = \Phi_i, \quad X_{j,i} = \Phi_i^{(j)};$$

$$j = \overline{1, p_i}, \quad i = \overline{1, n};$$

$$\left[\mathcal{B}^* - \lambda \mathcal{A}^* + \sum_{s=1}^n \langle Z_{s0}, \cdot \rangle \Gamma_{s0} \right] Y_{j,i} = \mathcal{A}^* Y_{j-1,i} + \Gamma_{i0}, \quad Y_{1i} = \Psi_i, \quad Y_{j,i} = \Psi_i^{(j)};$$

$$j = \overline{1, p_i}, \quad i = \overline{1, m}.$$

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Логинов Б.В. О нахождении собственных чисел и фундаментальных элементов Шмидта вполне непрерывных операторов в гильбертовом пространстве, ДАН УзССР, 1965, № 10, 5-8.
- [2] Логинов Б.В., Макеева О.В. Метод ложных возмущений в применении к спектральным задачам Э.Шмидта, Вестник СамГУ, серия "Математическая Самара, 2007, № 1(5), с. 65-74.
- [3] Макеева О.В. Метод ложных возмущений в обобщенной задаче на собственные значения. Кандидатская диссертация, Ульяновск, 2007, с. 142.
- [4] Вайнберг М.М., Треногин В.А. Теория ветвления решений нелинейных уравнений. М., Наука, 1969.
- [5] Рахимов Д.Г. О вычислении кратных собственных значений редукционным методом ложных возмущений, Жур. СВМО, 2010, № 3, стр. 106-112.
- [6] Рахимов Д.Г. О регуляризации кратных собственных значений редукционным методом ложных возмущений. Вестник Самарского Государственного Университета, Естественнонаучная серия, 2012, № 6(97), стр. 35-41.
- [7] Гавурин М. К. О методе ложных возмущений для нахождения собственных значений, Журн. вычисл. математики и мат. физики, 1961, т.1, № 5, стр. 751-770.

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА
МОМЕНТА ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМУМА
ПРОЦЕССОМ ИБРАГИМОВА-ХАСЬМИНСКОГО**

Аннотация. Найдено преобразование Лапласа для функции распределения момента достижения максимума процессом Ибрагимова-Хасьминского на отрицательной полуоси.

Ключевые слова: преобразование Лапласа, пуассоновский процесс с линейным сносом, распределение функционалов от процесса Пуассона с линейным сносом.

Пусть $\nu_-(t)$ и $\nu_+(t)$ — независимые стандартные пуассоновские процессы определенные при $t \geq 0$ и доопределенные нулем на отрицательной оси. Назовем случайные процессы:

$$Y(t) = at - \nu_+(pt) + \nu_-(-qt), \quad t \in (-\infty, \infty), \quad (1)$$

процессами Ибрагимова-Хасьминского, где константы $p > a > q > 0$ обеспечивают процессу (1) отрицательный средний снос. Впервые процессы (1) появились в статье [1] И. А. Ибрагимова, Р. З. Хасьминского в 1972г., как предельные (в некотором смысле) для процессов логарифмического отношения правдоподобия от нормированного аргумента в задачах об оценке неизвестной точки $x = x(\theta)$ разрыва плотности распределения $f(x, \theta)$ по выборке $X_1, X_2, \dots, X_n$. Процессы вида (1) также возникают при решении задач управления, в технической и медицинской диагностике, страховой математике [2], математической статистике [3–5].

Определим функцию распределения момента t^* достижения максимума процессом (1):

$$G(x) = \mathbf{P}(t^* < x) = \mathbf{P}\left(\sup_{t < x} Y(t) > \sup_{t \geq x} Y(t)\right). \quad (2)$$

Несмотря на то, что случайная величина t^* определена равенством (2) в неявном виде, в работе [6] найдены явные выражения для функции распределения (2) на положительной и отрицательной полуосях.

Основная цель работы – нахождение преобразования Лапласа величины t^* . Трудность этой задачи обусловлена сложным аналитическим видом функции распределения (2). Так, например, при $x \geq 0$ функция распределения $G(x)$ имеет вид:

$$G(x) = \frac{(p-a)q}{(p-q)a} + \beta \int_0^{ax} e^{-pt/a} \sum_{k=0}^{[t]} \psi(t-k) \left(\frac{p}{a}\right)^k \left(\frac{t^k}{k!} - \frac{t^{k-1}}{(k-1)!}\right) dt,$$

где $\psi(\cdot)$ – функция распределения определенная в [7]:

$$\psi(z) = (1 - q/a) \sum_{k=0}^{[z]} (-1)^k \left(\frac{q}{a}\right)^k \frac{(z-k)^k}{k!} e^{q(z-k)/a},$$

а константа $\beta > 0$ является единственным положительным корнем уравнения

$$(1 - e^{-\beta}) / \beta = a/p. \quad (3)$$

При $x \leq 0$, $G(x)$ имеет не менее сложный вид:

$$G(x) = \frac{(p-a)q}{(p-q)a} - \frac{(a-q)q}{a} \int_x^0 \varphi^-(t, 1) dt,$$

с подынтегральной функцией

$$\varphi^-(t, 1) = 1 - e^{\beta(1-q/p)a|t|-\beta} + \sum_{k=0}^{[a|t|-1]} \pi_k(a, q) \left(e^{\beta(1-q/p)(a|t|-k-1)} - 1 \right),$$

где

$$\pi_k = \pi_k(a, q) = \frac{(q(k+1)/a)^k e^{-q(k+1)/a}}{(k+1)!}. \quad (4)$$

В настоящей работе найдено преобразование Лапласа на отрицательной полуоси. Основным результатом работы сформулирован в следующем утверждении.

Теорема. Преобразование Лапласа $\widehat{G}(s)$ соответствующее функции распределения $G(x)$ при $x \leq 0$ имеет вид:

$$\widehat{G}(s) = q \left(1 - \frac{q}{a}\right) \left(\left(\frac{1}{s} - \frac{e^{-\beta}}{s-b}\right) - \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s-b}\right) \sum_{k=0}^{\infty} \pi_k e^{-s(k+1)} \right),$$

где $b = \beta(1 - q/p)$, константа β определена в (3), а π_k в (4).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ибрагимов И.А., Хасьминский Р.З., Асимптотическое поведение статистических оценок для выборок с разрывной плотностью, Матем. сб. Т.87(129) № 4, 1972. С. 554–586
- [2] Ротарь В.И., Бенинг В.Е., Введение в математическую теорию страхования. Обзорение прикладной и промышленной математики. Т.1, вып. 5, 1994. С. 698–779
- [3] Ибрагимов И.А., Хасьминский Р.З., Асимптотическая теория оценивания. Наука, Москва 1979.
- [4] Мосягин В.Е., Асимптотическое представление для процесса отношения правдоподобия в случае разрывной плотности, Сибирский математический журнал. Т. 35, вып. 2, 1994. С. 416–423
- [5] Мосягин В.Е., Оценка скорости сходимости распределений нормированных оценок максимального правдоподобия в случае разрывной плотности, Сибирский математический журнал. Т. 37, вып. 4, 1996. С. 895–903
- [6] Мосягин В.Е., Швемлер Н.А. Распределение момента максимума разности двух пуассоновских процессов с отрицательным линейным сносом, Сибирские электронные математические известия. Т. 13, 2016. С. 1229–1248.
- [7] Скороход А.В, Случайные процессы с независимыми приращениями, Наука, Москва, 1964.

Учебное электронное издание

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сборник научных трудов

Часть 2



(Ч. 2)

Подготовлено к электронному изданию 01.06.2017.
Объем 68,75 усл. п. л. Формат 60×90/8. Заказ 376.

Издательство Тюменского государственного университета
625003, г. Тюмень, ул. Семакова, 10
Тел./факс: (3452) 59-74-68, 59-74-81
E-mail: izdatelstvo@utmn.ru