

# ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2018

**Материалы Международной конференции  
молодых ученых**

**Красноярск, 23–27 апреля 2018 г.**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Сибирский федеральный университет

# **ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2018**

*Материалы Международной конференции молодых ученых*

*Красноярск, 23–27 апреля 2018 г.*

Красноярск  
СФУ  
2018

УДК 001.891(063)  
ББК 72.471.3я431  
П827

П827            **Перспект Свободный – 2018** : материалы Междунар. конф. молодых ученых. Красноярск, 23–27 апреля 2018 г. / отв. за вып. М. В. Носков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. – 92 с.  
ISBN 978-5-7638-3953-1

Представлены результаты научной работы студентов и молодых учёных Института космических и информационных технологий СФУ в сфере вычислительной техники, прикладной лингвистики и прикладной математики.

Предназначены для студентов различных направлений и специальностей, аспирантов, научных работников и преподавателей.

**Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.**

Электронный вариант издания см.:  
<http://catalog.sfu-kras.ru>

УДК 001.891(063)  
ББК 72.471.3я431

ISBN 978-5-7638-3953-1

© Сибирский федеральный университет, 2018

# СОДЕРЖАНИЕ

## **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ ..... 5**

*Бойко В. А.*

Разработка интеллектуальных систем тестирования программного обеспечения..... 6

*Бочарникова С. Ю.*

Получение экспертных знаний методом ранжирования показателей для построения систем поддержки принятия решения..... 10

*Корнилаева А. В.*

Технология мониторинга состояния сельскохозяйственных посевов..... 15

*Лукашев А. А., Серебро Е. В.*

Разработка и исследование адаптивного алгоритма экстремального регулирования с переменным шагом ..... 21

*Романова Д.С.*

Организация тестирования для проверки корректности инструментальных средств языка ПИФАГОР ..... 25

*Ророт Е. В.*

Интерактивная поддержка лекционных занятий и дистанционного обучения ..... 29

*Рубан А. Г.*

Мобильное приложение для практики разговорного английского языка... 34

## **ПРИКЛАДНАЯ ЛИНГВИСТИКА..... 39**

*Ковалёв Д. А., Новиков О. С.*

Синтезаторы речи, тенденции их развития ..... 40

*Кокташев В. В., Макеев В.В.*

Применение мобильных технологий в процессе изучения английского языка ..... 45

*Кононков Е. В., Кулаков Е. Д.*

Анализ современных возможностей онлайн-переводчиков в сфере профессионального перевода ..... 50

*Носарев К. А.*

Обзор и сравнительный анализ онлайн-дополнений и приложений популярных учебников по изучению грамматики английского языка ..... 55

*Павлов М. В., Байкалов И. С.*

Веб-приложение для изучения профессиональной лексики посредством push-нотификаций ..... 60

<i>Timoshenko N.S., Andrianov I.E., Lade A.V.</i> About Text Optimization of Academic Articles .....	64
<i>Толстиков А. И.</i> Игровой проект «Puzzle of God» .....	68
<i>Щипанова Д. А., Каратаева О. А.</i> Сравнительный анализ голосовых ассистентов .....	71
<b>ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА .....</b>	<b>75</b>
<i>Бадьма С. К., Кабанов А. А., Кругляков А. С.</i> Информационное и алгоритмическое обеспечение геомониторинга землетрясений на территории Тывы .....	76
<i>Быков А. А., Кудря Н. О., Курако М. А.</i> Оценка опасности от удаленных цунами.....	80
<i>Исмаилов А. Э.</i> Визуализация данных геомониторинга для решения прогностических задач .....	84
<i>Южакова А. С.</i> Методика анализа данных геомониторинга процесса подготовки сильных землетрясений .....	88

# **Вычислительная техника и информационные сети и системы**

## РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**В. А. Бойко\***

*Аспирант, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – кандидат технических наук, профессор А. И. Легалов  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

В современный процесс разработки программного обеспечения (ПО) неизбежно включается стадия тестирования, что обычно требует затраты значительных ресурсов [1]. Логичным этапом эволюции тестирования ПО стала его автоматизация. Но, даже с применением новейших технических решений, процесс тестирования требует значительных накладных расходов [2]. Это особенно проявляется при тестировании графического интерфейса пользователя (ГИП), когда необходимо проанализировать функционирование всех элементов управления, предназначенных для взаимодействия между пользователем и программой. Одним из подходов, повышающих эффективность тестирования ГИП, может являться использование интеллектуальных систем тестирования.

Интеллектуальная система тестирования (ИСТ) – это система тестирования программного обеспечения, которая способна, используя лишь визуальное представление тестируемого ПО, такое как чтение изображения с экрана, посредством камеры или последовательных снимков, приходиться к выводу о соответствии тестируемого ПО заявленным требованиям. ИСТ реализует функциональность в соответствии со следующими требованиями:

- универсальность – способность работать с различными типами тестируемых устройств, систем, экранов и устройств ввода;
- переносимость – сценарии, применяемые для одного типа систем, автоматически переносятся на другие системы и устройства без дополнительного вмешательства со стороны оператора;
- независимость от окружения – тестируемая и тестирующая системы взаимодействуют по принципу «чёрного ящика».

Система, соответствующая заявленным требованиям, может находиться в следующих состояниях:

---

\* © Бойко В. А., 2018

- состоянии сканирования, когда система сканирует элементы графического интерфейса пользователя и на основе этой информации создаёт «слепок» тестируемого программного обеспечения;

- состоянии тестирования, находясь в котором система, реализуя набор инструкций из набора тестовых сценариев, приходит к выводу об успешности или не успешности прохождения тестируемой программой каждого из них.

При этом тестирование может происходить в двух режимах:

- режим карты, когда система способна выполнять инструкции, содержащиеся в тестовых сценариях, основываясь на заранее сформированном представлении тестируемого ПО (то есть управление осуществляется на основе уже произведённого сканирования);

- в режиме реального времени, который похож на предыдущий, отличаясь тем, что сканирование тестируемого ПО происходит в реальном времени.

Очевидно, что представленные режимы тестирования разумно выполнять после завершения полного сканирования системы.

ИСТ состоит из взаимодействующих между собой модулей: модуль формирования карты приложения и элементов ГИП, система распознавания элементов графического интерфейса пользователя, модуль управления элементами ГИП, модуль обработки инструкций и источник данных. Рассмотрим подробнее каждый из них.

Модуль формирования карты приложения и элементов ГИП формирует представление приложения на основе знания о типах элементов ГИП и их расположении. Для создания представления приложения используется язык описания интерфейса (ЯОИ), представляемый в виде JSON и позволяющий задать для каждого объекта такие свойства, как координаты, размер, тип объекта и его внутреннее содержание. Также данный модуль способен выполнять запросы на использование элемента и возвращать результат такого использования.

При создании представления будем различать следующие сущности:

1. Экран – состояние тестируемого приложения, для которого характерно его единственное визуальное представление.

2. Элемент управления – часть экрана, с которой возможно взаимодействие посредством мыши либо клавиатуры. Такими элементами могут быть: поля ввода, чек-боксы, кнопки, выпадающие списки, изображения, таблицы и так далее.

3. Изменение состояния – это действие, которое происходит при взаимодействии, с каким-либо элементом управления, приводящим



к изменению либо модификации текущего экрана. Такое изменение может принадлежать к одному из двух классов:

- переход на новый экран (состояние);
- изменение/модификация текущего состояния посредством обращения к внешнему сервису.

Пример представления экрана:

- класс: Экран 1
- свойство 1: Кнопка перехода к экрану 2
- свойство 2: Поле ввода 1
- свойство 3: Поле ввода 2
- свойство 4: Кнопка обращения к внешнему сервису

Система распознавания элементов графического интерфейса пользователя способна распознавать все находящиеся на экране элементы управления, с которыми возможно взаимодействие посредством клавиатуры и мыши. В качестве входных данных могут быть приняты как изображения, так и видеофайлы, в процессе сканирования которых определяются координаты и тип данных элементов управления. Внутреннее представление системы – это свёрточная нейронная сеть, которая разбивает входные данные на отдельные пиксели и принимает решение на основании заранее установленных весов связей между отдельными её нейронами. Решение, выносимое системой, предоставляет тип распознаваемого элемента ГИП и местоположение.

Модуль управления элементами ГИП получает на вход данные о типе и расположении элементов интерфейса, что позволяет ему производить манипуляции устройствами ввода. Он может совершать действия как с использованием предзагруженных данных, так и самостоятельно генерировать их, что позволит выполнять работу, связанную с имитацией действий человека.

Управление тестированием при этом задается методикой испытаний, представляющей сценарии тестирования, каждый из них содержит набор инструкций, выполнением которых будет обеспечиваться проверка функциональных требований, работоспособности системы при высоких стрессовых нагрузках, соответствия локализации, рисков, связанных с обеспечением безопасности и регрессионных тестов. Методика представляется на языках программирования либо их аналогах, таких как Cucumber, RobotFramework.

Модуль обработки инструкций, описанных в методике испытаний, формирует запросы на распознавание элементов ГИП с целью получения их состояния и результатов выполнения действий с ними.

В зависимости от полученных состояний и результатов действий модуль либо продолжает работу по инструкциям, либо приходит к выводу о необходимости завершения работы.

Источником данных является визуальная информация, считываемая с ГИП. На этапе сканирования программного обеспечения такая информация может быть считана с изображения, видеозаписи либо видео в реальном времени, но для управления системой на этапе тестирования источником данных должен быть непосредственно ГИП.

Представленная система позволяет достичь высокой переносимости и унифицированности при составлении тестовых сценариев. При этом независимость от внешнего окружения предполагает возможность ее использования для тестирования большого количества различных устройств.

### **Список литературы**

1. Автоматизированное тестирование программного обеспечения – основные понятия // ПроТестинг.RU [Электронный ресурс]. URL: <http://www.protest-ing.ru/automation/>, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. Дата обращения: 09.11.2017.

2. Тестирование графического интерфейса пользователя. URL: <http://delta-course.org/docs/Delta2014S-T2-L7.pdf>, дата обращения: 09.11.2017.

## **ПОЛУЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ЗНАНИЙ МЕТОДОМ РАНЖИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЙ РЕШЕНИЯ**

**С. Ю. Бочарникова\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

*Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Ю. А. Маглинец*

*Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

Построение систем поддержки принятия решения (СППР) требует привлечения экспертных знаний в исследуемой области. В ряде случаев знания представлены в форме экспертных оценок, с помощью которых можно ранжировать элементы системы по конкретным признакам. Извлечение экспертных знаний является необходимым этапом при создании схемы решения задачи оценки земель сельскохозяйственного назначения (ЗСХН) в разрабатываемой СППР [1, 2].

Начальным этапом создания схемы решения поставленной задачи выступает формирование экспертом системы существенных показателей для решения. Не существует однозначного алгоритма для определения оптимального количества числа показателей. Считается, что количество показателей (факторов), представленных для экспертных оценок, зависит в полной мере от достаточной полноты описания решаемой задачи. Применение большого количества показателей обеспечит наиболее глубокое описание задачи, но образует проблему при ранжировании и согласованности экспертных мнений. Соответственно, при малом количестве показателей невозможно в полной мере описать задачу. В работе [3] предлагается использовать не более 15 показателей, так как при больших выборках возникают сложности в определении ранговых значений. В работе [4] автор также предлагает использовать 10–15 факторов, что и практикует в своем исследовании. В работе [5] автор предлагает использовать метод выделения основных факторов при помощи диаграммы Парето, которая позволяет разделить сравниваемые показатели на две группы: существенно важные факторы (имеющие наибольший вес) и многочисленные несущественные факторы. Диаграмма Парето визуализирует структуру объектов по параметру,

---

\* © Бочарникова С. Ю., 2018

а свойства кривой позволяют применять различные методы для выделения групп. В случае если данные распределены равномерно и кумулятивная кривая монотонно возрастает без резких скачков, следует применять точку Парето для выделения групп факторов (значимые и незначительные).

Оперируя этими знаниями, на примере определим, сколько показателей являются значимыми для выборок из 15 (верхняя граница рекомендуемого количества показателей) и 10 (нижняя граница рекомендуемого количества показателей) показателей.

На примере решения задачи оценки пригодности земель для выращивания зерновых культур эксперту было предложено выбрать 15 и 10 значимых показателей, присвоить им ранговые номера в зависимости от степени их важности для поставленной задачи (наибольшее ранговое значение присваивается наиболее важному показателю), а также представить данные в виде диаграммы Парето.

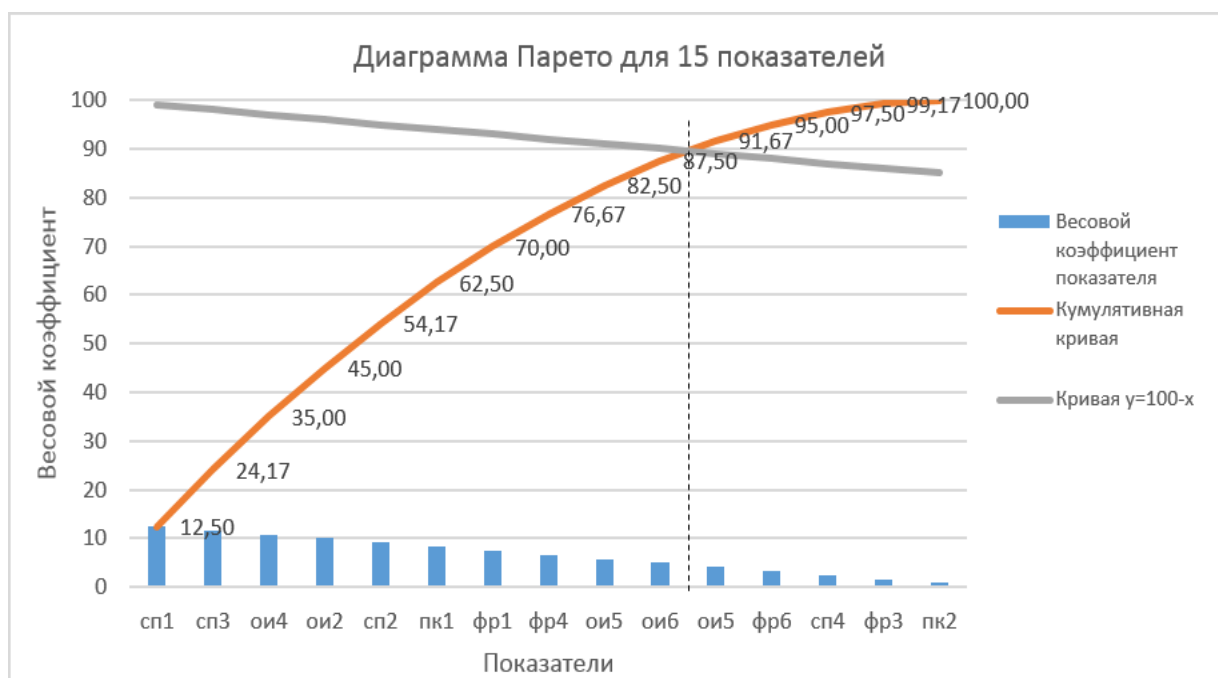


Рис. Диаграмма Парето для 15 показателей

На рисунке представлена диаграмма Парето для 15 показателей, из которой видно, что перпендикуляр из точки Парето на ось ординат графически разделяет показатели на группы значимых и незначительных показателей. Так, из 15 показателей в группу значимых (слева от перпендикуляра) попадает 10 показателей. Проведенный эксперимент для 10 показателей показал, что из 10 показателей в группу значимых попадает 7. Из чего следует вывод, что рекомендуемые авторами

[3–5] границы выбора количества показателей для экспертных оценок можно сократить без особых потерь до 7–10 показателей. Однако для решения задач, где главным требованием выступает использование большого количества показателей (более 20), предложенный подход не может быть рассмотрен. В рамках данного исследования принято решение остановиться на выборе 7 существенных показателей.

После выявления системы существенных показателей следующим этапом является формирование экспертной группы. Для этого использован метод «Снежный ком». Достоинствами метода являются высокая полнота и достоверность ответов, а также высокая скорость проведения работ. Помимо обязательных требований к опыту и компетенциям экспертов, важно определить размер экспертной группы. Автор работы [3] предполагает, что число экспертов должно быть большим и превосходить количество оцениваемых показателей в 2–3 раза. Автор работы [6] отмечает, что экспертов должно быть больше двух, в работе [4] в исследовании задействовано 14 экспертов. Исследователей объединяет одна общая позиция: слишком малое количество экспертов в группе приводит к недостоверным результатам, а слишком большое – к проблемам организационного характера. Авторы работы [7] установили статистическую зависимость между количеством экспертов и количеством оцениваемых объектов, которая заключается в извлечении корня от числа показателей. Полученное значение подразумевает, что при таком количестве эксперты должны иметь высочайшую квалификацию, чтобы объективно и адекватно выставить экспертные оценки. В своем опыте исследователи увеличивают полученное число экспертов втрое (из-за проблемы поиска экспертов такой квалификации и сложности решаемой задачи). Исходя из всех рассмотренных работ, принято решение, что вопрос об оптимальном числе экспертов до сих пор остается открытым. Поэтому, проанализировав работы [4, 6, 7], было принято решение включить в экспертную группу 10 экспертов, что является наиболее усредненным, оптимальным и часто использованным вариантом.

Выявление весовых коэффициентов для существенных показателей экспертной группой осуществлено методом ранжирования. Этот метод прост в исполнении и быстр в выполнении. Недостатком метода можно считать сложность его выполнения при больших выборах существенных показателей, что в данной работе не предусмотрено, поэтому в рамках выполняемого исследования можно считать, что этот метод не имеет недостатков. Наибольший ранг присваивается наиболее важному показателю, а наименьший – наименее

важному показателю в рамках решаемой задачи. Рассчитаны коэффициенты важности и конкордации. Коэффициент конкордации  $W$  характеризует степень согласованности мнений экспертов (в виде рангов) по совокупности критериев. Высокая степень согласованности достигается при  $W > 0,8$ . В данном случае  $W = 0,84$ , что говорит о наличии высокой степени согласованности экспертных мнений, а значит, полученные значения весовых коэффициентов можно считать достоверными.

Таким образом, представленный подход к проведению экспертных оценок позволяет формализовать процессы сбора, анализа, обработки мнений экспертов с преобразованием полученной информации в наиболее приемлемую и удобную форму. С помощью диаграммы Парето обосновано, что рекомендуемые авторами [4, 6, 7] границы выбора количества показателей для экспертных оценок можно сократить без особых потерь до 7–10. Также установлено, что экспертная комиссия, состоящая из 10 человек, способна предоставить согласованные экспертные оценки, что подтверждает высокое значение коэффициента конкордации.

### Список литературы

1. Раевич К. В., Маглинец Ю. А., Зенков И. В. Разработка системы поддержки принятия решений в управлении использованием земельного сектора агропромышленного комплекса в регионах Сибири // Вестник ИрГТУ. 2016. № 3(113). С. 89–98.

2. Раевич К. В., Зенков И. В. Интеллектуальная система поддержки принятия управленческих решений в задачах оценки земель сельскохозяйственного назначения // Вестник ИрГТУ. 2016. № 5(112). С. 95–104.

3. Корнилов Ю. Н., Сапожникова Ю. И. Технология обработки парных сравнений при проведении экспертной оценки: научная статья // Записки Горного института. Современные проблемы освоения территорий. 2013. Т. 204. С. 171–174.

4. Жилинская Я. А. Применение метода экспертных оценок для анализа причин возникновения пожаров на объектах размещения твердых бытовых отходов и влияния процессов горения на изменения в свалочном теле: научная статья // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2015. № 1. С. 24–32.

5. Шабаева Ю. И. Групповая экспертная оценка значимости факторов на основе использования метода парного сравнения: научная статья // Инженерный вестник Дона. 2014. № 4. С. 35–37.

6. Пиганов М. Н. Экспертные оценки в управлении качеством радиоэлектронных средств: учеб. пособие // СГАУ. Самара, 2004. 122 с.

7. Галиновский А. Л. Сравнение различных методов контроля и диагностики качества керамики методом экспертного оценивания // Инноватика и экспертиза: научные труд. 2017. № 1. С. 64–74.

## ТЕХНОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОСЕВОВ

**А. В. Корнилаева\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Р.В. Брежнев  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

Технологии космического мониторинга, позволяющие отслеживать различные аспекты сельскохозяйственной деятельности, с каждым годом становятся все более востребованным направлением. Для отображения результатов мониторинга используются геоинформационные системы (ГИС), например, система агромониторинга, разработанная в институте космических и информационных технологий. Система включает сервис, генерирующий комплексную информацию для оказания информационной поддержки конечным пользователям в решении задач агромониторинга для сельскохозяйственных предприятий Сухобузимского района.

Сервис реализует функции мониторинга хода вегетации сельскохозяйственных культур с целью предоставления пользователям инструмента слежения за состоянием посевов для своевременного реагирования на отклонения показателей вегетации от нормы.

В качестве одного из инструментов оценки состояния растительности используется вегетационный индекс относительной разности (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI). Данный индекс применяется в эмпирическом методе оценки состояния растительности и считается по формуле

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED},$$

где *NIR* – отражение в ближней инфракрасной области спектра; *RED* – отражение в красной области спектра.

Для построения временных рядов *NDVI* разработан инструмент зональной статистики, суть которого заключается в расчете средних показателей индекса в области, соответствующей контуру сельскохозяйственного объекта.

---

\* © Корнилаева А. В., 2018



Рассмотренные методы используются во многих тематических ГИС, однако большинство из них слабо ориентированы на конечных пользователей (КП), в отличие от разработанного в ИКИТ СФУ сервиса. Так, для оценки сложности были проанализированы настольные и web-ГИС сервисы ВЕГА-PRO, Агроаналитика, КосмоАгро. Сложность сервисов рассчитывалась по формуле Тима Комбера и Джона Мэлтби:

$$C = -N \sum_{i=1}^n p_i \log p_i ,$$

где  $N$  – количество всех контролов на одном экране последовательно;  $p_i$  – отношение объектов в  $i$ -м классе ко всем объектам;  $n$  – количество классов объектов;  $n_i$  – количество объектов  $i$ -го класса.

Данный анализ выявил сложность рассмотренных ГИС: ВЕГА-PRO – 34,4; Агроаналитика – 11,2; КосмоАгро – 11,4, что показывает значительную сложность их использования по сравнению с разработанным сервисом мониторинга, сложность которого 6. Созданная технология предоставляет новую карту диалога между КП и системой, позволяющего формулировать задачу мониторинга объекта с использованием интерактивных средств и терминологии, принятой в предметной области, что, в свою очередь, дает высокую функциональность системы при минимальном количестве шагов диалога [1].

Функциональные возможности сервиса обобщены на диаграмме вариантов использования на рис. 1.

Структурно система включает следующие модули: модуль поиска, модуль-архив, модуль атмосферной коррекции, модуль расчёта индекса, модуль зональной статистики и модуль создания векторного слоя. В самом начале работы формируется поисковый запрос, который содержит в себе учетные данные входа, дату требуемого снимка, спутник и процент облачности, после стадии всех обработок на выходе получается векторный слой, который накладывается на карту местности. Диапазон индекса варьируется от 0 до 1, именно эта область отвечает за растительность.

Для получения доступа к функционалу системы необходимо авторизоваться, стоит отметить, что регистрация в системе предусмотрена на договорной основе с сельхозпредприятием.

Для получения данных  $NDVI$  через векторный слой пользователю требуется включить данную форму отображения и выбрать дату на временной шкале, которая его интересует. Результат представлен на рис. 2.

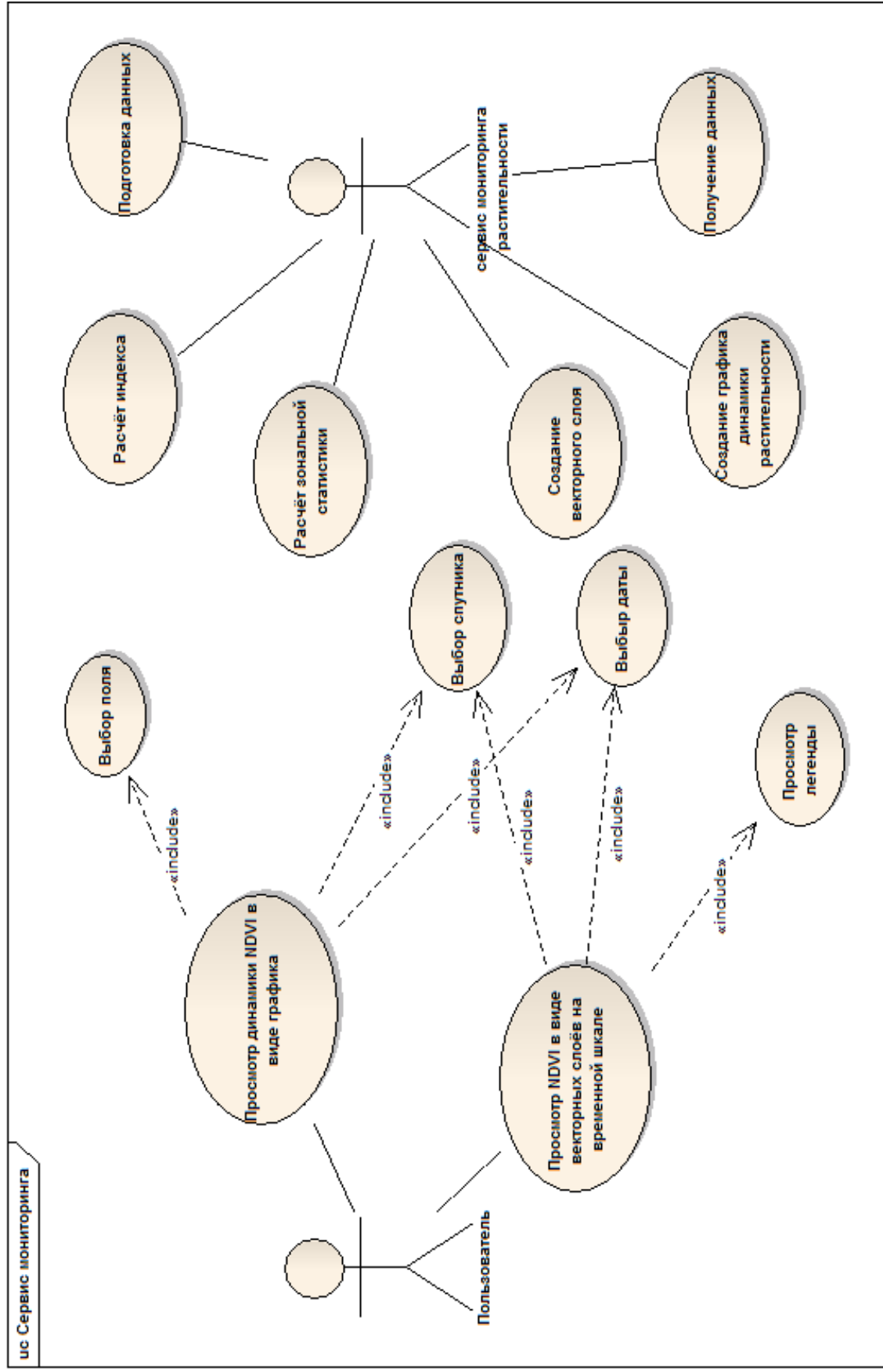


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования сервиса

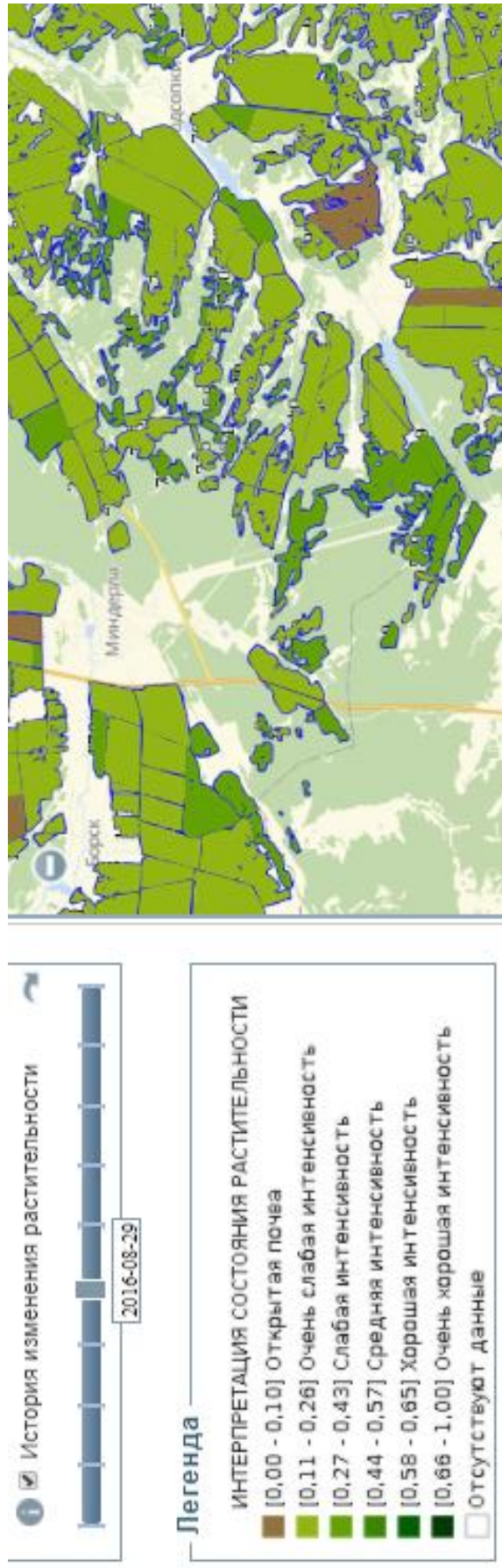


Рис. 2. Отображение векторного слоя *NDVI*

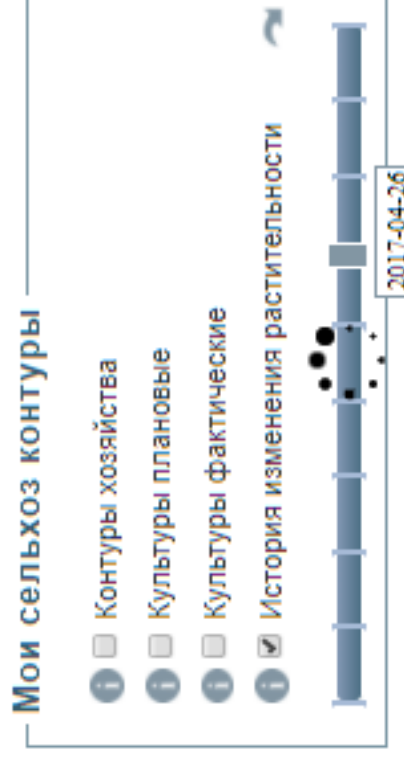


Рис. 3. Индикатор выполнения



Рис. 4. Отображение временного ряда NDVI

Интерпретация индекса варьируется от открытой почвы до густой растительности. Также реализован индикатор процесса выполнения (рис. 3). Чтобы отследить динамику *NDVI* пользователю требуется выбрать спутник, дату или диапазон дат. Результат представлен на рис. 4.

Разработанная система используется рядом сельхозпредприятий Красноярского края. По степени охвата территории в настоящее время в БД системы осуществляется автоматизированное накопление и интерпретация космических снимков Сухобузимского, Ирбейского, Минусинского и Новоселовского районов Красноярского края.

### **Список литературы**

1. Брежнев Р. В., Маглинец Ю. А. Организация взаимодействия конечных пользователей с системой агромониторинга // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. С. 36–39.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ

А. А. Лукашев<sup>а</sup>, Е. В. Серебро<sup>а\*</sup>

<sup>а</sup>Аспирант, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – кандидат технических наук, профессор Г. Б. Масальский  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

Задача экстремального регулирования состоит в том, чтобы текущее управление обеспечивало минимум целевой функции объекта управления. Для объектов, имеющих одно управляющее и одно внешнее воздействие, задачу экстремального регулирования можно записать следующим образом:

$$Q(u(k), z(k)) \rightarrow \min_{u(k) \in U},$$

где  $k = 1, 2, \dots$  – время;  $u(k)$  – управляющее воздействие;  $z(k)$  – внешнее воздействие;  $Q(\cdot)$  – неизвестная целевая функция объекта управления,  $U = \{u(k) : u_{\min} \leq u(k) \leq u_{\max}\}$ .

Рассматриваются одномерные статические объекты управления (ОУ) вида

$$y(k) = Q(u(k), z(k)) + V(k),$$

где  $V(k)$  – помеха;  $y(k)$  – измеренное значение целевой функции.

Об объекте управления делаются следующие допущения:

- функция  $Q(u(k), z(k))$  унимодальна относительно управляющего воздействия  $u(k)$ ;
- искомая точка минимума задаётся функциями возмущения  $z$ :  $u^* = u^*(z)$  и  $Q^* = Q^*(z)$ , которые соответствуют горизонтальному и вертикальному дрейфу целевой функции;
- помеха  $V(k)$  имеет равное нулю математическое ожидание и дисперсию, равную  $\sigma_v^2$ .

Для решения задачи предполагается использовать устройство управления (УУ), реализующее адаптивный шаговый алгоритм. Со-

---

\* © Лукашев А. А., Серебро Е. В., 2018

стоящая из ОУ и УУ система экстремального регулирования (СЭР) в общем виде представлена на рис. 1.

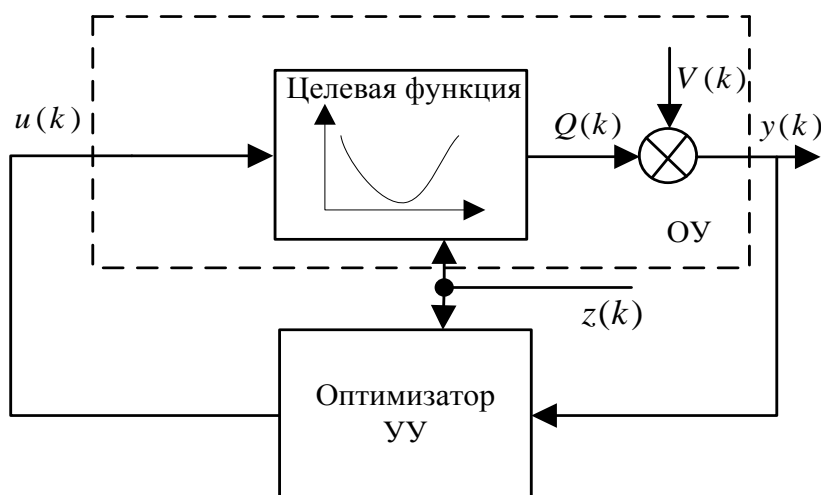


Рис. 1. Система экстремального регулирования

В основе работы УУ лежит шаговый алгоритм экстремального управления, идея которого состоит в изменении управляющего сигнала в соответствии с рекуррентным выражением

$$u(k) = u(k-1) + p(k-1)a(k-1),$$

где  $a(k-1) > 0$  – размер шага,  $p(k-1)$  – направление шага (1 или -1) в момент времени  $(k-1)$ .

Из рис. 2 и 3 видно, что шаговый алгоритм с переменным шагом быстрее достигает оптимума, чем алгоритм с фиксированным шагом. На рис. 4 представлена работа алгоритма с переменным шагом при дрейфе целевой функции.

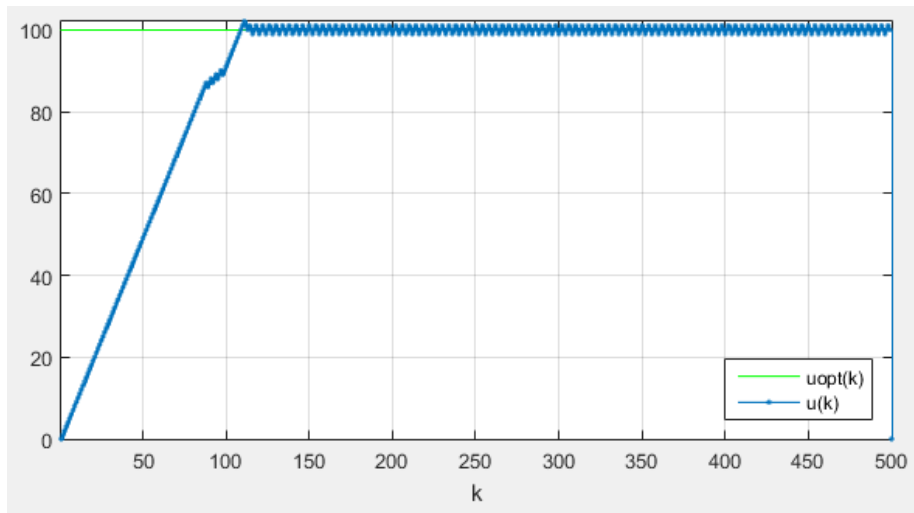


Рис 2. Алгоритм с фиксированным шагом ( $a(k) = \text{const}$ )

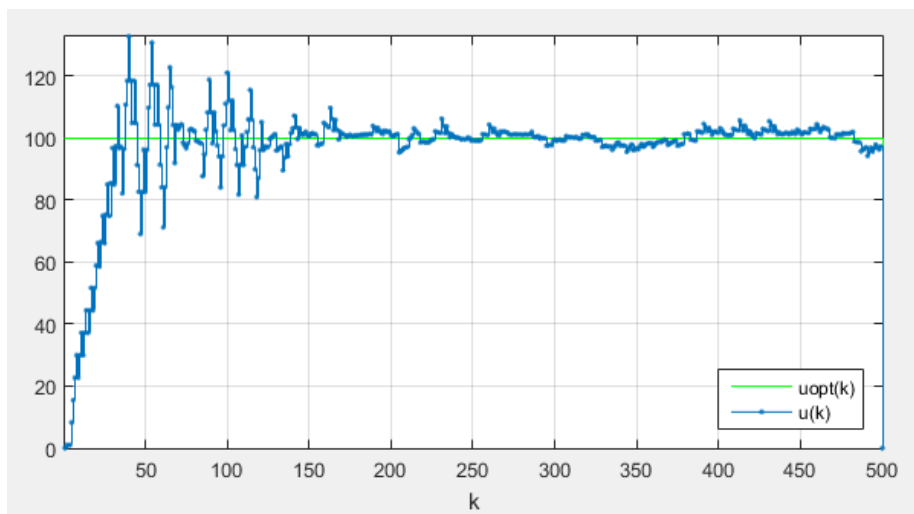
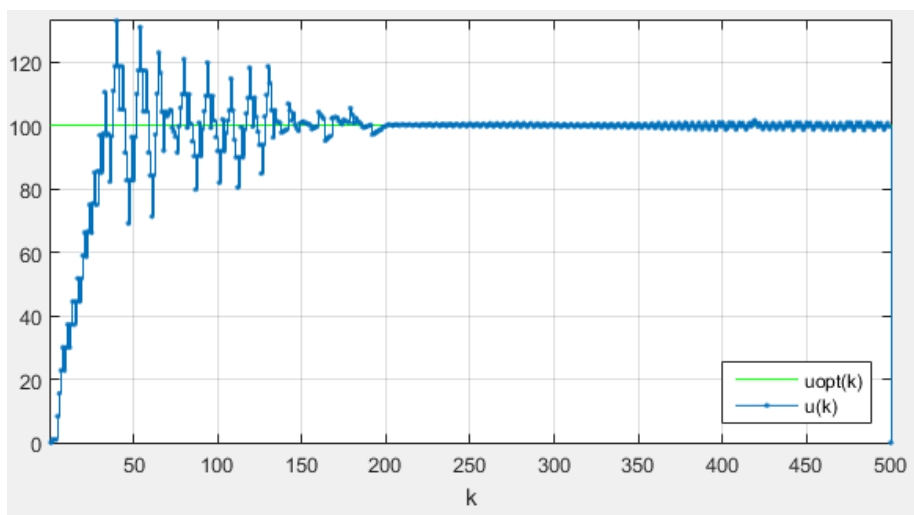


Рис. 3. Алгоритм с переменным шагом  
(при отсутствии и при наличии помех измерения целевой функции)



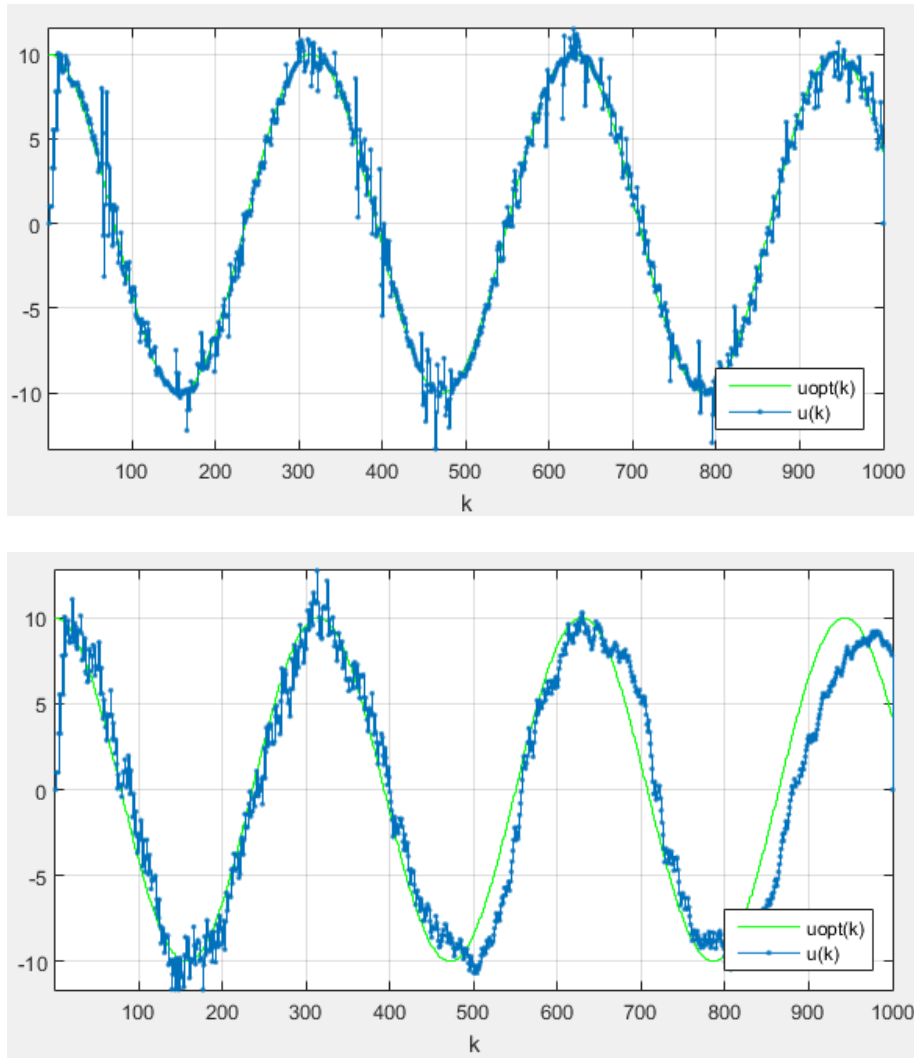


Рис. 4. Алгоритм с переменным шагом и дрейфом целевой функции (при отсутствии и при наличии помех измерения целевой функции)

Из рисунка видно, что алгоритм относительно устойчив при дрейфе целевой функции и помехах измерений.

### Список литературы

1. Масальский Г. Б. Основы адаптивных систем: учеб. пособие [Электронный ресурс]. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. 1 диск.
2. Либерзон Л. М., Родов А. Б. Системы экстремального регулирования / под ред. проф. В. В. Казакевича. М.: Энергия, 1965.
3. Растринин Л. А. Системы экстремального управления. М.: Наука, 1974.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕРКИ КОРРЕКТНОСТИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЯЗЫКА ПИФАГОР**

**Д. С. Романова\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

*Научный руководитель – доктор технических наук, профессор А. И. Легалов*

*Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

Тестирование любого программного продукта или его документации является неотъемлемой частью процесса создания. От того, насколько досконально проведены тесты, зависит то, как скоро проект будет сдан окончательно, и будет ли впоследствии необходимость устранять ошибки [1].

Так как сегодня активно разрабатываются инструментальные средства для языка ПИФАГОР (новый интерпретатор), есть необходимость в постоянной проверке корректности работы системы, что может быть осуществлено с помощью некоего набора тестов. Для данного случая за основу можно взять модульное, интеграционное и негативное тестирование.

В данный момент есть возможность установить разработанную Антоном Петровым среду только под Linux. Также следует отметить, что идет постоянное обновление и корректирование нового интерпретатора. После недавнего обновления системы теперь при запуске произвольной функции на экране не отражается весь процесс работы интерпретатора, а виден только результат прогона нужной пользователю функции. Данное дополнение значительно облегчает восприятие выводимой на экране информации. Выявление ошибок и недочетов работы систем языка ПИФАГОР надежнее и удобнее всего производить с помощью ее тестирования. Процесс тестирования заключается в разработке тестовых наборов, их прогон через новый интерпретатор и исследование полученных при этом результатов с возможной последующей корректировкой самой системы.

Следовательно, было решено разработать набор тест-кейсов для тестирования компонент системы от компилятора до транслятора языка ПИФАГОР. Разработка набора тестов производилась в соответствии с существующей документацией [2] и внесенными в нее разра-

---

\* © Романова Д.С., 2018

ботчиком новой системы Матковским И. В. изменениями, которые отражены в документе «Семантика» [3].

Для модульного тестирования ПИФАГОРа используется два метода: QT-тестирование и тестирование на ПИФАГОРе.

1. QT-тестирование. С использованием данной библиотеки реализуются следующие виды тестов:

- знаки арифметических операций;
- работа со списками (в том числе с задержанными и параллельными) и асинхронными (формирование и вызов, рекурсивное сложение элементов списка);
- функции сравнения (*equals*, *vec\_equals*);
- некоторые математические функции (факториал, абсолютное значение);
- тесты для исправления ошибок в системе интерпретатора.

2. Разработка тестовых программ на языке программирования ПИФАГОР. Тестирование с помощью ПИФАГОРа.

Цель – проверка работы системы языка ПИФАГОР.

Можно выделить несколько этапов:

- комплексная проверка всех компонент (транслятор, утилиты, интерпретатор);
- проверка корректного функционирования операторов языка.

Разрабатываемые тестовые наборы можно условно разделить на три группы:

- позитивное тестирование;
- негативное тестирование;
- сложные комбинированные тесты.

Позитивное тестирование разработано в виде тестовых наборов, включающих в себя несколько тестовых случаев. Для сравнения результата тестирования с ожидаемым значением используются специальные функции *equals*. Эта функция выполняет сравнение двух значений, являющихся либо элементами встроенных типов, либо списками данных.

В качестве примера можно привести тест, предназначенный для проверки работы функции формирования списка:

```
test.op.numpos << funcdef {
Cases<<[
("with boolean constants",((true, false, true, false, false,
true):op.numpos,(1, 3, 6)):equals),
("only with false",((false,false):op.numpos,(.)):equals)
];
```

```
return<<Cases;  
}
```

Подобные тестовые наборы были разработаны для тестирования всех возможных специальных знаков в ПИФАГОРе, предусмотренных документацией [5] (знаки арифметических операций, работы с булевыми константами, транспонирование матриц, работа с разными видами списков).

Негативное тестирование было проведено также на основе основных конструкций, предложенных в документации [5]. В негативном тестировании в работе с приложением выполнялись некорректные операции и использовались данные, потенциально приводящие к ошибкам (например, деление на ноль). В конечном случае проверялись случаи корректного и своевременного появления констант ошибок, предусмотренных документацией [3].

Тестовые наборы негативного тестирования построены, в первую очередь, на сравнении реальных результатов тестирования с ожидаемыми константами ошибок.

Разработанные комбинированные и сложные тесты в основном представляют собой математические функции ( $\exp$ ,  $\text{pow}$  (возведение в степень),  $\ln(x)$ ,  $\log_a b$ , тригонометрические функции) и некоторые операции с матрицами.

В результате проделанной работы по тестированию компонент языка ПИФАГОР на сегодняшний день было разработано 80 тестовых наборов на языке ПИФАГОР, из них 45 позитивных, 22 негативных и 12 тестов для решения сложных задач. В итоге примерно 250 тестовых случаев. Также было создано 30 QT-тестов.

При прогоне тестов были выявлены и исправлены следующие ошибки: сравнение полученных при негативном тестировании констант ошибок с ожидаемыми значениями, сравнение пустых значений путем определения их типов и уже после сопоставления этих типов, исправлена работа с асинхронными списками.

## Список литературы

1. Легалов А. И., Казаков Ф. А., Кузьмин Д. А., Привалихин Д. В. Функциональная модель параллельных вычислений и язык программирования «Пифагор» [Электронный ресурс]. <http://softcraft.ru/parallel/fpp/intro.shtml>. Заглавие с экрана (Дата обращения: 10.12.2017).

2. Куликов С. С. Тестирование программного обеспечения: [Электронный ресурс]: Базовый курс. 2-е изд. Минск: Четыре четверти, 2017. 312 с. ISBN 978–985–581–125–2.

3. Легалов А. И. Функциональный язык для создания архитектурно-независимых параллельных программ // Вычислительные технологии. 2005. № 1(10). С. 71–89.

УДК 004.4

## **ИНТЕРАКТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Е. В. Ророт\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

*Научный руководитель – доктор технических наук, профессор А. И. Легалов*

*Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

Применение технических средств в ходе обучения стало неотъемлемым атрибутом образовательной деятельности.

Основными составляющими учебного процесса являются получение знаний, навыков и компетенций, которые приобретаются путем применения различных форм обучения. Закрепление материала в таких дисциплинах, как программирование, обычно сопровождается решением задач после прочтения или прослушивания достаточно большого по объему теоретического материала. Этот теоретический материал обычно предоставляется в ходе лекционных занятий или во время самостоятельного прочтения соответствующих источников и часто не сопровождается достаточным числом примеров, необходимых для понимания. Во многом это происходит из-за нехватки времени на изложение всех возможных примеров, а также из-за того, что демонстрации подобных примеров без практической их реализации бывает недостаточно для получения нужных сведений. Одним из возможных вариантов закрепления материала и понимания работы тех или иных конструкций языков программирования является непосредственное их использование в небольших демонстрационных программах, выдаваемых в качестве маленьких задач. Однако в большинстве случаев для оперативного решения подобных задач отсутствует техническая поддержка. Выполнение подобных задач на бумаге полностью убивает оперативность исполнения и контроля в виде обратной связи.

Вузовская система учебных предметов, которые относятся к информационным технологиям, постоянно дополняется и совершенствуется. Это в основном связано с постоянным развитием информационных технологий.

Очевидно, что в системе подготовки студентов-программистов должно уделяться внимание теоретическим основам и конкретным

---

\* © Ророт Е.В., 2018

технологиям алгоритмизации и программирования. Однако будущие работодатели жалуются, что после окончания вуза выпускники не могут справиться с практической работой. В связи с этим должно уделяться внимание не только теории, но и практике – умению применять полученные знания.

Современный учебный процесс в вузе представляет собой некоторое сочетание лекций, практических занятий, консультаций и самостоятельной работы студента с материалами. Но результаты исследования, опубликованного недавно в журнале «Proceedings of the National Academy of Sciences» [1], показывают, что студенты, которые слушают обычные лекции, на 55 % чаще заваливают экзамен, чем те, кто участвует в обсуждениях.

Лекция до недавних пор являлась ведущей формой обучения в вузе. Ее основная дидактическая цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. Будучи главным звеном дидактического цикла обучения, она выполняет научные, воспитательные и мировоззренческие функции, вводит студента в творческую лабораторию лектора [2].

На смену слову в современном мире приходят ИТ, которые отражают новые процессы в дидактике, ведущими характеристиками профессии становятся компетенции, предполагающие увеличение самостоятельной работы обучающего. На этом фоне изменений возникает правильный вопрос о лекции. Нужна ли она как форма обучения? Может быть, это просто дань прошлому? Давайте разбираться, какая сегодня ее роль в обучении и какой она должна быть.

Рассмотрим аргументы против лекций, которые подтверждаются массовой практикой:

- 1) лекции не стимулируют слушателя к мыслительной деятельности;
- 2) информационное поле настолько широко в современном мире, что необходимость лекций отпадает;
- 3) лектор в большей степени навязывает свое мнение, из-за чего начинает «тормозить» мышление студентов;
- 4) лекция как форма оторвана от аудитории и чаще служит для объемного охвата материала дисциплины;
- 5) низкая активность слушателей, слабая обратная связь снижают эффективность усвоения учебного материала;
- 6) чтение лекции некоторому среднему студенту (темы, содержание, методика и темп чтения традиционных лекций почти не зависят от качества восприятия и тем более усвоения материала студентами);

7) высокие требования к мастерству лектора;

8) пассивность студентов;

9) сложность для лектора организации дальнейшей работы студентов над материалом лекции (лектор практически никак не организует последующую работу студентов во внеаудиторное время над разобраным материалом лекции, не направляет и не учит пользоваться литературой);

10) однообразная форма изложения (со стороны большинства лекторов);

11) несовременность излагаемого материала. Студент не понимает перспективы полученных знаний, поэтому обучение не имеет для него личностного смысла.

Также имеются и контраргументы представленных аргументов против лекций:

1) стимулирование слушателей лекций можно реализовать при помощи интерактивности, закрепления теоретического материала на практике и введения в лекционный процесс соревновательных элементов;

2) лектор может контролировать аудиторию и менять сценарий поведения в соответствии с реакцией аудитории, что позволяет эффективно подавать материал. Непосредственная обратная связь обеспечивает более гибкую реакцию и ответы на вопросы;

3) лекторы должны стараться повышать свой уровень проведения лекций и других занятий.

Было принято решение попытаться исправить некоторые недостатки лекций и попытаться их улучшить с помощью разработки системы обучения программированию, обеспечивающей написание программ с анализом и отображением различной статистики при непосредственном выполнении заданий во время работы с преподавателем и без, которая могла бы применяться в вузах для предоставления студентам легкого механизма разработки программ.

После внедрения системы процесс проведения изменится.

**1. Для студентов.** Приходит на лекционные занятия. Используя лабораторный десктоп (собственный ноутбук, планшет или смартфон и т. д.), входит на страницу системы, выбирает текущий курс и ожидает информацию о получении очередного задания. В какой-то момент для него открывается задание. Студент нажимает кнопку «Выполнить» и входит в среду, в которой описано задание и открыт экран для набора и редактирования исходного текста программы. Помимо этого, появляется рабочий каталог с возможным списком предопределенных



файлов и файлом проекта, описывающим формирование требуемого загрузочного модуля. Часть файлов может быть уже заполнена полностью или частично (в случае использования некоторого шаблона частичное заполнение позволяет сократить набор текста программы). Редактируя один или несколько файлов, студент формирует окончательный код требуемого задания, возможно в несколько итераций, связанных с компиляцией и запуском. Взаимодействие с системой при этом осуществляется с использованием консоли, обеспечивающей удаленный доступ к системе поддержки на сервере. После того как студент удостоверится в корректном выполнении программы, он может нажать на кнопку «Задание выполнено». После чего система переходит в режим ожидания дальнейших инструкций от преподавателя. При этом вполне возможно, что задание выполнено некорректно. Это неважно с точки зрения формирования обратной связи.

**2. Для преподавателей.** Взаимодействует с системой через рабочее место преподавателя. В ходе занятий выбирает дисциплину, тему занятия. На текущем экране отображается список заданий. Каждое задание предварительно настроено (в диалоговом окне) на определенный режим выполнения (например, использование таймера с указанием времени; задание одно для всех, на группу или на каждого студента...). Режим задания может корректироваться путем перехода в него по нажатию кнопки «Редактировать». В ходе занятия преподаватель выбирает задание из списка и запускает его кнопкой «Выполнить». Задание уходит на выполнение. В интерфейсе преподавателя запускается таймер обратного отсчета при его установке. Таймер может быть установлен заранее при создании задания или его редактировании. Возможна коррекция значения непосредственно перед запуском задания на выполнение. Помимо этого, отображаются кнопки «Прервать выполнение задания», «Продлить выполнение задания». В последнем случае можно указать дополнительное время, которое изменяет значение таймера обратного отсчета. После прерывания задания можно также снова продлить или нажать на кнопку «Завершить». После того как студенты сделали задания, преподаватель может проверить правильность их выполнения. Для этого преподаватель открывает список студентов, выбирает того, задания которого хочет проверить. После того как выбор сделан, преподавателю открывается код программы, который он может запустить. Также система выдает общую статистику. Количество выполненных заданий (например, по прохождению всех контрольных тестов), активность студентов (по числу обращений, фиксации интенсивности набора и т. д.).

## **Список литературы**

1. Кукушкин В. С. Теория и методика обучения. Ростов н/Д: Феникс, 2005. 474 с.
2. Ковардакова М. А. Современные виды и формы вузовской лекции.

## **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРАКТИКИ РАЗГОВОРНОГО АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА**

**А. Г. Рубан\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – старший преподаватель И.В. Матковский  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

В современном мире существует потребность изучать иностранные языки. Это связано с тем, что люди стали постоянно общаться с жителями со всего мира, путешествовать в разные страны, вести бизнес с иностранными партнерами, поэтому практически каждому человеку необходимы знания и навыки разговорной речи, хотя бы на международном английском языке.

Главной проблемой является изучение самого языка, так как в связи с высоким темпом жизни люди часто не могут посещать школы английского языка или репетитора, которые являются самым эффективным способом повышения знаний языков на сегодняшний день. Основными недостатками такой методики изучения английского остается не только отсутствие свободного времени, но и высокая стоимость обучения.

Из-за этих проблем люди начинают использовать такие методики изучения, как чтение литературы, просмотр фильмов, разучивание песен на иностранном языке. С развитием технологий для этих целей стали использоваться гаджеты. Но даже у человека, который ежедневно пополняет знания данными методами, попытка говорить на английском языке с иностранцем обычно заканчивается крахом из-за языкового барьера. Почему же так происходит? Действительно, изучающие пытаются запомнить большое количество иностранных слов, их произношение, но, на самом деле, они не тренируют речь, поэтому не представляют, когда и как правильно употреблять выученные слова. Навык разговорного английского улучшается только с опытом, напрямую зависит от частоты общения с человеком, знающим язык, или непосредственно с его носителем.

Перечисленные выше проблемы подталкивают к разработке мобильного приложения на Android, направленного на развитие разговорного английского языка. Для использования приложения необхо-

---

\* © Рубан А.Г., 2018

димом зарегистрироваться или авторизоваться, так как у каждого пользователя есть свой герой, с помощью которого и будет происходить сама игра (рис. 1). В приложении есть два вида игры. В первом даны локации – магазин, кафе, кинотеатр и др. (рис. 2). При выборе локации предоставляется роль и ситуация. Например, роль – клиент, место – ресторан, задание – в предоставленном блюде найдена муха, необходимо потребовать компенсацию и прийти к какому-либо решению. Ситуации могут быть различными и нестандартными. По окончании времени собеседники оценивают друг друга на корректность выполнения задания.

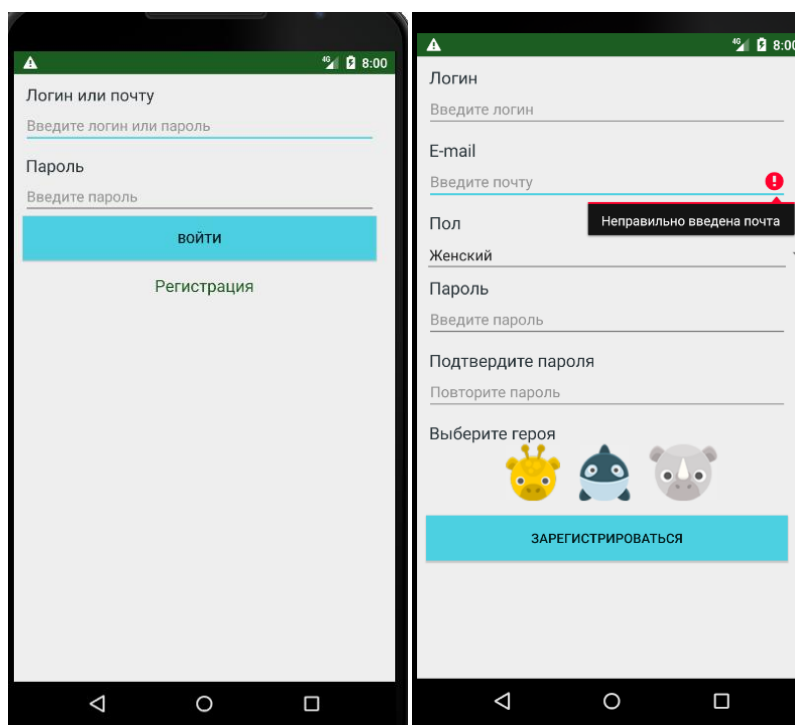


Рис. 1. Регистрация и авторизация

Во втором виде игры у одного человека на экране представлена одна карточка с местом, лицом человека или действием. Надо, не используя однокоренных слов, описать, что находится на картинке, сопернику, у которого, в свою очередь, представлены четыре картинки. После того как собеседник понял, какая картинка правильная, он выбирает её на экране. По истечении времени игра заканчивается, если задания пройдены успешно, прибавляются баллы, с помощью которых в будущем можно будет купить новые локации или преобразить героя.

Описанное выше приложение имеет ряд достоинств. Во-первых, оно представлено в игровой форме, что поднимет мотивацию и инте-

рес людей к изучению английского языка. Во-вторых, многие из-за комплексов не могут разговаривать, когда видят непосредственно собеседника, поэтому у каждого в приложении существует свой персонаж, с помощью которого и будут проводиться игры. В-третьих, приложение не ограничено по территориальной возможности, по национальности, оно может использоваться как в школах детьми, так и взрослыми людьми, а также в любое свободное время и не зависит от места. Главное, чтобы был интернет, телефон с микрофоном и желание повысить навык разговорного английского языка.

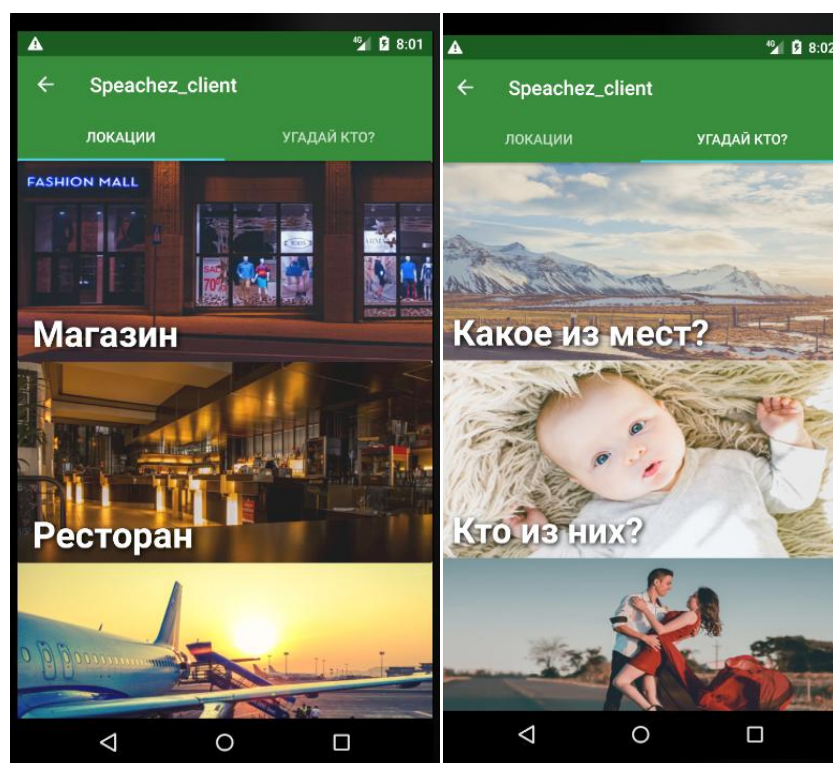


Рис. 2. Выбор вида игры

Для приложения была разработана следующая архитектура (рис. 3). Для написания клиента был выбран язык программирования Java для разработки логики и XML для представления интерфейса пользователя, они являются стандартными для написания приложений под Android. Для связи с сервером, чтобы передавать данные при авторизации, регистрации, выборе локаций и других параметров, была использована библиотека Retrofit [1]. Так как основной целью игры является коммуникация на английском языке в реальном времени, необходимо использовать со стороны клиента и сервера технологию WebRTC [2].

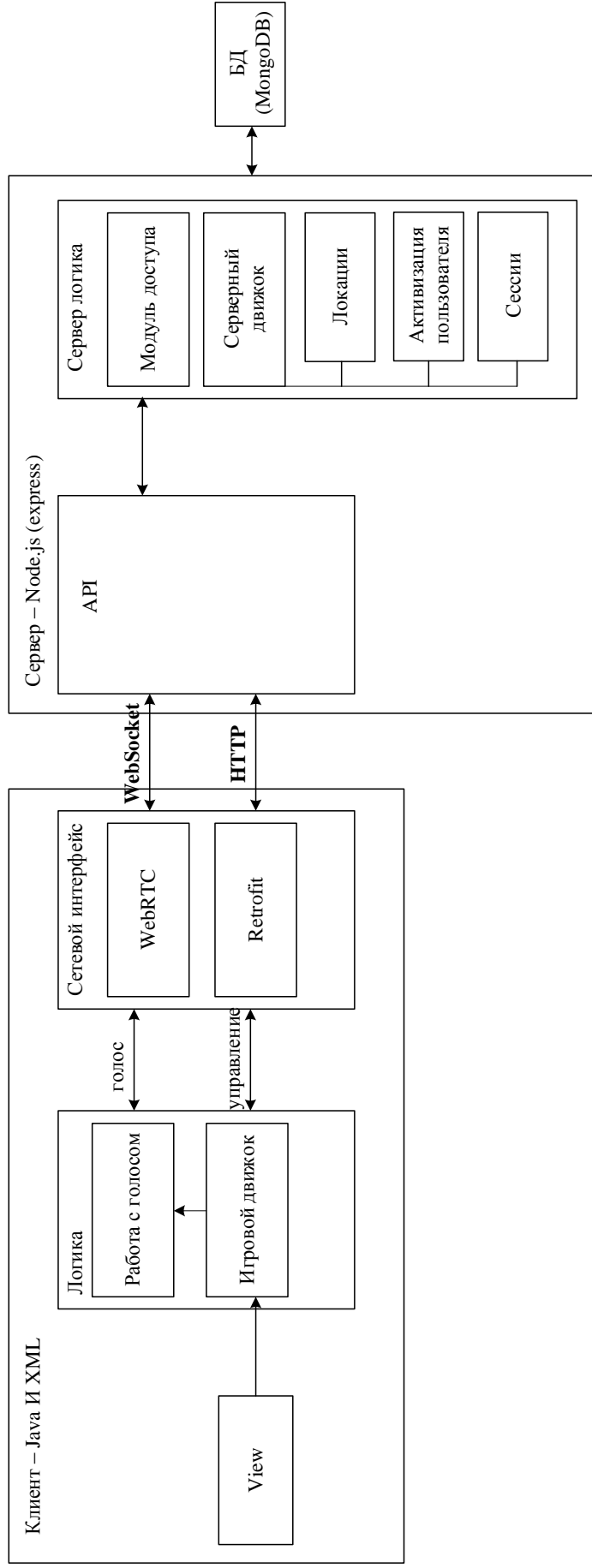


Рис. 3. Архитектура приложения

При реализации сервера был использован язык Node.js с фреймворком Express. Выбор данного фреймворка основан на том, что он содержит обширный набор функций для мобильных приложений. Node.js отлично подходит для построения Rest/JSON-интерфейсов, которые необходимы для общения с базой данных, а также для HTTP-запросов.

Чтобы хранить такие данные, как информацию о пользователях, локациях, о созданных комнатах, требуется использовать базу данных. Полагаясь на то, что нет необходимости связывать между собой данные между таблицами, в проекте можно пользоваться нереляционной базой данных MongoDB [3]. Такая база обладает рядом достоинств: хранение данных в JSON-формате, балансированная нагрузка и быстрая скорость извлечения и записи информации.

В перспективе приложение можно будет использовать непосредственно на занятиях в институтах и школах. Кроме того, приложение позволяет повышать навыки разговорной речи на любых иностранных языках, что делает его более универсальным. Возможно, таким приложением могут заинтересоваться люди не только в России, но и за рубежом, что позволит научиться воспринимать и воспроизводить правильную речь на иностранном языке, тем самым избавит пользователей от языкового барьера.

### **Список литературы**

1. Retrofit – библиотека для работы с REST API: сайт. URL: <http://java-help.ru/retrofit-library>.
2. WebRTC: сайт. URL: <https://webrtc.org>.
3. MongoDB: сайт. URL: <https://www.mongodb.com>.

# **Прикладная лингвистика**



## СИНТЕЗАТОРЫ РЕЧИ, ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

**Д. А. Ковалёв<sup>а</sup>, О. С. Новиков<sup>а\*</sup>**

<sup>а</sup> *Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*  
*Научный руководитель – старший преподаватель Н. Н. Слепченко*  
*Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

В наше время технологии развиваются всё быстрее. Довольно часто появляются новые приложения, методы анализа и синтеза информации, развиваются уже существующие технологии. Еще несколько лет назад людям были в новинку манипуляции с голосовыми помощниками (voice assistant), использование масок на видео в режиме реального времени или распознавание черт лица владельца для разблокировки смартфона.

История создания электронных синтезаторов уходит корнями в 1922 г. Первый электрический синтезатор Дж. Стюарта состоял из пары индуктивно-емкостных резонаторов и электрического зуммера и мог моделировать только гласные звуки. Шло время, развивались компьютерные технологии, и в середине 1960-х гг. была разработана система TTS (Text-To-Speech). Она содержала в себе не только акустический блок (акустическую модель), но и блок лингвистической обработки, что позволило системе генерировать разборчивую, но монотонную речь. Так было до появления третьего поколения речевых синтезаторов, основанных на скрытых марковских моделях (НММ) [1] и методе селективного синтеза речи. Эта технология используется в современных синтезаторах и подразумевает генерацию речи на основе записанных фрагментов и выбора из них наиболее подходящего [2].

Технологии синтеза речи являются актуальными, поскольку благодаря им можно обучать людей правильному произношению иностранных слов, переводить книгу из электронного в аудиоформат на любом языке и т. д. Кроме того, компания «Яндекс» заявляет, что ее речевые технологии, в том числе и синтез речи, могут помочь развитию бизнеса. Например, контактные центры могут настроить автоматические звонки с сообщением о новых услугах, банки смогут консультировать по поводу тарифа и предоставлять информацию о состоянии счета и не только [3].

---

\* © Ковалёв Д. А., Новиков О. С., 2018

Синтез речи проходит в несколько этапов. Для начала нужный текст проходит подготовку: числа записываются словами, а аббревиатуры раскрываются. После этого текст разделяется на словосочетания с помощью устойчивых конструкций и знаков препинания. Затем для каждого слова составляется фонетическая транскрипция. Далее для правильного прочтения слова и постановки ударения система обращается к заранее составленным и загруженным словарям. В тех случаях, когда нужное слово отсутствует в словарях, система обращается к академическим справочникам и самостоятельно строит транскрипцию по известным фонетическим моделям [4].

На следующем этапе система определяет длительность фонемы, подсчитывая количество фреймов (отрывков длиной 25 миллисекунд). После этого для осуществления плавного естественного перехода от фрейма к фрейму собирается специальная информация о каждом из них, а именно: частью какой фонемы он является, ударность фонемы, ее место в слове, знаки препинания до и после фонемы и так далее [4]. Затем происходит чтение подготовленного текста с помощью специальной акустической модели, а после – описание звуков по собранному описанию фреймов. Для того чтобы правильно произнести фонему или придать верную интонацию, акустическая система обучается на текстах или звуковых файлах.

Последним этапом является озвучивание. Для этого робот использует вокодер (англ. «voice coder» – кодировщик голоса) [4]. С помощью информации о частотных характеристиках фразы, полученных из акустической модели, и характеристиках тембра голоса озвученной фразе придается узнаваемая окраска.

На сегодняшний день существует множество различных синтезаторов речи. У каждого из них есть свои достоинства и недостатки: одни лучше расставляют акценты, другие используют более новые технологии для синтеза, третьи поддерживают работу с несколькими платформами и т. д. Разберем подробнее несколько самых популярных инструментов для генерации речи из текста.

**Yandex SpeechKit** – это разработка компании «Яндекс», предоставляющая возможность синтеза речи на английском, русском и турецком языках [5]. Используя технологию НММ (Скрытые Марковские Модели), SpeechKit генерирует очень приятную речь с грамотной расстановкой акцентов, что обеспечивает высокое качество работы. Разработка может использоваться бесплатно при строгом соблюдении установленного лимита (до 10000 запросов в сутки), но при его превышении будет рассчитана стоимость на основе превышенного

количества запросов. Также существует платная безлимитная подписка с расширенными возможностями использования.

**Google Tacotron 2** – инновационная разработка компании Google, представленная 19 декабря 2017 г. в официальном блоге [6]. На текущий момент разработка является новой, её стоимость для использования в собственных проектах не оглашается, как и возможность поддержки несколькими платформами. Речь, сгенерированную системой, достаточно трудно отличить от человеческой. Такое качество выходных данных достигается использованием технологии TTS; специализированной нейросети – системы, состоящей из нейронов, обрабатывающих полученные данные и обучающихся на них; вокодера WaveNet, который основывается на обучении нейронных сетей с помощью реальных человеческих голосов. WaveNet получает строку текста и соответствующий набор звуков, и на основании этих данных генерируется информация о правилах лингвистики и фонетики фрагмента.

Одним из самых популярных синтезаторов речи в сети Интернет является **Acapela TTS** от компании Acapela Group [7]. Как следует из названия, он использует технологию TTS и обеспечивает высокое качество сгенерированной речи, что подходит в основном для развлекательных целей, но также может использоваться и в серьёзных коммерческих проектах. Популярность синтезатора обеспечивает также и то, что он поддерживает 34 языка и распространяется бесплатно.

**Microsoft Speech** – встроенный синтезатор речи от компании Microsoft на основе технологии TTS, позволяющий озвучивать печатный текст. Поддерживает русский и английский языки, но работает только на платформе Windows. Качество речи относительно неплохое, но хуже, чем у представленных аналогов. Распространяется бесплатно в составе операционной системы Windows [8].

В таблице приведено сравнение вышеперечисленных синтезаторов речи по основным критериям, оценивающим возможности использования продукта в коммерческих и некоммерческих проектах:

- качество речи (на основе собственных ощущений и мнения опрашиваемых);
- стоимость;
- кросс-платформенность;
- языковое разнообразие;
- базовая технология.

По данным таблицы можно сказать, что среди представленных синтезаторов речи нет идеального варианта. Много зависит от зада-

чи, условий применения и материальной базы компании. Среди русскоговорящего населения наиболее популярным синтезатором речи является Acapela TTS, поскольку данная система имеет высокое качество озвучки, распространяется бесплатно и имеет большую языковую базу. Однако наиболее перспективной системой является Google Tacotron 2, так как в ее основе лежат нейросети, имеющие огромный потенциал для развития и значительно расширяющие технические возможности синтезаторов речи.

Таблица

Сравнение характеристик самых популярных синтезаторов речи

Название	Качество речи	Стоимость	Кросс-платформенность	Языки	Базовая технология
Yandex SpeechKit	Высокое	Бесплатно (с лимитом)	Да	Русский, английский, турецкий	HMM
Microsoft Speech	Среднее	Бесплатно	Нет	Русский, английский	TTS
Google Tacotron 2	Очень высокое	Пока не продается	Неизвестно	Английский	TTS, нейросеть, WaveNet
Acapela TTS	Высокое	Бесплатно	Да	Русский, английский, еще 32 языка	TTS

По всей видимости, на текущий момент инструменты синтеза речи не достигли идеала. Остаётся надеяться, что в скором времени компании-разработчики устранят недостатки своих продуктов, и описанные выше технологии можно будет использовать в любой сфере деятельности.

### Список литературы

1. Скрытые Марковские модели: сайт. URL: [https://ru.wikibooks.org/wiki/Скрытые\\_марковские\\_модели](https://ru.wikibooks.org/wiki/Скрытые_марковские_модели).
2. Рыбин С. В. Синтез речи: учеб. пособие по дисциплине «Синтез речи». СПб, 2014. С. 92.
3. Речевые технологии: сайт. URL: <https://speechkit.yandex.ru/dev/#scope-tech>.

4. Синтез речи: сайт. URL: <https://yandex.ru/blog/company/kak-eto-rabotaet-sintez-rechi>.

5. Речевые технологии Yandex SpeechKit: сайт. URL: <https://speechkit.yandex.ru/dev/solutions/sdk>.

6. Tacotron 2: Generating Human-like Speech from Text: сайт. URL: <https://research.googleblog.com/2017/12/tacotron-2-generating-human-like-speech.html>.

7. Voice Synthetics – Text-to-Speech: сайт. URL: <http://www.acapela-group.com>.

8. Microsoft Speech – Разработка приложений для Windows: сайт. URL: <https://developer.microsoft.com/ru-ru/windows/speech>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА**

**В.В. Кокташев<sup>а</sup>, В.В. Макеев<sup>а\*</sup>**

<sup>а</sup> *Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – старший преподаватель Н. Н. Слепченко  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

Несколько лет назад эксплуатация мобильных устройств была ограничена использованием таких функций, как обмен СМС-сообщениями и совершение звонков. Немногие из них поддерживали возможность воспроизведения мультимедийного контента. В настоящее время смартфоны – альтернатива, пришедшая на смену сотовым телефонам и обладающая большей вычислительной мощностью по сравнению с последними, – играют значительную роль в жизни человека. Их широкое распространение обусловило рост числа продуктов на рынке программного обеспечения для платформ Android и iOS. Появление образовательных мобильных приложений, позволяющих получить доступ к актуальному теоретическому материалу, осуществлять самоконтроль и отслеживать прогресс, сделало более совершенным процесс самообучения. В частности, овладение английским языком стало доступно для каждого пользователя мобильного устройства, имеющего доступ к сети Интернет. Разные формы предоставляемой разработчиком информации, уникальная стратегия изучения данного языка, наличие обратной связи – факторы, повышающие заинтересованность конечного потребителя и сдерживающие превращение процедуры получения новых знаний в рутинную деятельность. Целью данной работы является обзор, выявление преимуществ и недостатков мобильных приложений для обучения английскому языку на основе отзывов пользователей. Перейдем к рассмотрению некоторых из них.

Существует достаточное число приложений для запоминания английских слов и фраз, например «Английский язык с Words» [1] и «Английский язык с Phrases» [2]. Изучение нового материала в них проходит в рамках одного «урока», рассчитанного на усвоение до двадцати пяти новых лексических единиц в день, объединенных определенной тематической группой, представление которых, поми-

---

\* © Кокташев В. В., Макеев В.В., 2018

мо текста, сопровождается соответствующими изображениями и записями с их произношением. Доступны различные способы проверки качества усвоения полученной информации, включая восстановление слова (фразы) или выбор его перевода по написанию на русском языке или звучанию на иностранном. Примененный разработчиками в программах подход к самостоятельному обучению учитывает различные типы сенсорных систем человека: визуальную, слуховую и дигитальную. Среди прочих положительных сторон данных продуктов аудитория пользователей выделяет следующие: наличие большого числа слов, употребляемых в повседневном общении, создание собственных наборов слов. Также ими были замечены недостатки, связанные с качеством реализации фазы тестирования и отладки или с отсутствием таких функций, как синхронизация статистики и текущего состояния процесса обучения с облачными службами, отображение выученных слов в карточке.

Изучение английского языка, представленное в игровой форме, большинство людей найдет более увлекательным занятием, нежели чтение соответствующей литературы. Такой прием в обучении и работе называется геймификацией [3]. Правильная организация подобного процесса делает возможным привлечение различных видов электронных ресурсов при создании теоретического материала, системы самопроверки. К данному типу программных продуктов относится, например, приложение «English with Lingualeo» [4], направленное на развитие умений устной и письменной речи, навыков грамматики, расширение лексикона. Траектория обучения для каждого пользователя подбирается индивидуально, исходя из определения им собственного уровня владения языком с помощью анкетирования, тестирования. Свобода выбора разговорных тем позволяет приобрести новые знания в профессиональной сфере деятельности. В большинстве отзывов пользователи отмечают только положительные стороны приложения (разнообразие контента, дружелюбный интерфейс), приводя рекомендации по его улучшению. Недостатки связаны с качеством произношения фраз и предложений при аудировании, возникновением ошибок в разделе «Тренировки».

Очень часто мобильные приложения применяют различный медиаконтент как один из самых эффективных способов обучения (например, FluentU [5]). Для изучения языка в таких приложениях используются видеоролики (музыкальные клипы, сериалы, ток-шоу, мультфильмы) с субтитрами. Это позволяет сильнее вовлечь пользователя в процесс изучения языка, так как он смотрит именно то, что

интересно лично ему. Такой способ обучения значительно развивает навык понимания разговорного языка, ведь чем больше аутентичной иностранной речи слышит человек, тем лучше он её понимает, а сопровождающие видеоряд субтитры помогут пользователю лучше разобраться в непонятных языковых аспектах. В таких приложениях используется система контекста. Пользователь может выбрать любое непонятное ему слово и увидеть его перевод, примеры предложений с его использованием, а также примеры употребления этого слова в разных ситуациях и контекстах из других видеороликов. Несмотря на все преимущества, данные приложения не лишены недостатков. Самый главный из них – довольно высокий порог вхождения. Пользователю, только начинающему изучение языка, будет трудно или невозможно следить за беглой повседневной речью носителей языка, поэтому обращаться к таким приложениям стоит продвинутым пользователям.

Одним из самых эффективных способов изучения иностранного языка является непосредственное общение с носителями этого языка. Существуют приложения, позволяющие проводить такие занятия (Tandem [6]). В них пользователи со всего мира ищут собеседников, говорящих на необходимом им для изучения языке и, возможно, также изучающих язык пользователя. Такой способ изучения, несомненно, позволит пользователю развить умения аудирования и говорения, повысить навык грамматики изучаемого языка, улучшить произношение и избавиться от акцента, а также изучить многие устойчивые выражения и поговорки. Для некоторых людей большим плюсом будет являться неформальность и дружеская атмосфера такого общения, так как это позволит избавиться от страха неправильно применить в разговоре какое-либо правило или речевую конструкцию. Недостатком данных приложений является человеческий фактор, так как пользователю может попасться собеседник, недостаточно профессионально объясняющий аспекты языка, что может усложнить понимание языка пользователем или собеседник, использующий различные жаргонизмы и сленг, что также скажется на изучении языка. Однако в таких приложениях возможны также и традиционные занятия с профессиональными репетиторами, что может значительно ускорить темп изучения языка.

Для лучшего понимания всей ситуации в таблице приведена сводная характеристика рассмотренных типов приложений.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод – мобильные приложения могут значительно ускорить прогресс изучения ино-



странного языка, ввиду наличия огромного разнообразия типов этих приложений, удобства и мобильности их использования в повседневной жизни, а также высокой эффективности данного типа обучения.

Таблица

Преимущества и недостатки мобильных приложений

Тип мобильного приложения	Вид речевой деятельности	Преимущества	Недостатки
приложения для увеличения словарного запаса (Английский язык с Words, Английский язык с Phrases)	аудирование, письмо	объединение слов и фраз в тематические группы, разнообразные формы представления теоретического материала	неверное произношение отдельных лексических единиц
приложения, соединяющие обучение с элементами игры (English with Linguleo)	аудирование, письмо, чтение	развитие значительного числа навыков владения английским языком, повышение заинтересованности пользователя в дальнейшем обучении	комплексное действие применяемых методов обучения не всегда является положительным
приложения, использующие медиаконтент (FluentU)	аудирование	сочетание процесса обучения с личными интересами пользователя, контекстный поиск	высокий порог входа
приложения для общения с носителями языка (Tandem)	аудирование, говорение	большой потенциал для развития устной речи, персональный собеседник – носитель языка, неформальная обстановка	человеческий фактор

Однако такие приложения не лишены недостатков, как индивидуальных для каждого приложения в отдельности, так и общих для каких-либо типов. Следовательно, пользователям, серьезно настроенным на обучение, стоит комбинировать разные типы приложений.

### Список литературы

1. Английский язык с Words. – 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.ru.uchimslowa.words>.
2. Английский с Phrases. – 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ulilab.phrases>
3. Буховцев Д. Д., Бадмаев А. Б. Некоторые приемы геймификации электронного обучения // Материалы и методы инновационных

исследований и разработок: сб. ст. междунар. науч.-практ. конференции: в 3 ч. ООО «ОМЕГА САЙНС», 2016. Ч. 2. С. 156–158.

4. Английский с Lingualeo. – 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lingualeo.android&hl=ru>.

5. FluentU. – 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://itunes.apple.com/us/app/fluentu-learn-languages/id917892175?mt=8>.

6. Tandem – языковой обмен. – 2018 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=net.tandem>.

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОНЛАЙН-ПЕРЕВОДЧИКОВ В СФЕРЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПЕРЕВОДА**

**Е. В. Кононков<sup>а</sup>, Е. Д. Кулаков<sup>а\*</sup>**

*<sup>а</sup> Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

*Научный руководитель – старший преподаватель Н. Н. Слепченко*

*Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

Благодаря интернету, современный человек способен без проблем связываться с людьми из разных стран мира. Но общению способен помешать языковой барьер. Для решения этой проблемы люди используют онлайн-переводчики. Некоторые современные сервисы способны переводить с английского языка на более сотни других языков и обратно. Но, несмотря на стремительное развитие технологий и использование нейронных сетей для улучшения качества, перевод все еще значительно уступает профессиональному переводу человека. В данной статье мы выделим критерии оценки качества перевода, рассмотрим и проанализируем современные возможности онлайн-переводчиков.

В качестве классификации критериев оценивания была выбрана классификация В. В. Сдобникова и О. В. Петровой [1], так как она может быть применена для текстов различных типов и стилей, то есть является универсальной.

При оценке качества перевода выделяют два критерия: адекватность и эквивалентность, в зависимости от которых перевод относится к одному из четырех возможных случаев:

- 1) перевод является адекватным в целом и эквивалентным на уровне всех отдельных сегментов текста;
- 2) перевод является адекватным, но не эквивалентным на уровне отдельных сегментов текста;
- 3) перевод эквивалентный, но не адекватный;
- 4) перевод неэквивалентный и неадекватный.

По мнению автора, первые два случая являются примерами качественного перевода, последние два – некачественного.

---

\* © Кононков Е. В., Кулаков Е. Д., 2018

Таблица 1

## Перевод фрагмента научной статьи (опыт 1)

Исходный текст	Профессиональный перевод
<p>Finally, returning to biology, our results also inform our understanding of animal collective behaviour in the presence of threat [37]. It is tempting to envisage a similar set of rules to those we describe for our shepherd guiding the behaviour of predators attacking flocking prey</p>	<p>И, наконец, возвращаясь к биологии, наши результаты также же говорят о нашем понимании коллективного поведения животных при наличии угрозы [37]. Интересно предусмотреть аналогичный набор правил для поведения хищников, атакующих группирующую добычу</p>
<p>Babylon</p> <p>И, наконец, возвращаясь к биологии, наши результаты также же информировать наше понимание животного коллективное поведение в присутствии угрозы [37]. Соблазнительно представить аналогичный набор правил для тех мы описываем, для нашего пастыря, направляющие поведение хищников атаковать, устремляющихся добычу</p>	<p>Яндекс.Переводчик</p> <p>Наконец, возвращаясь к биологии, наши результаты также сообщают понимание коллективного поведения животных при наличии угрозы [37]. Заманчиво представить себе такой же набор правил, как и те, которые мы описываем для нашего пастуха, направляющего поведение хищников, атакующих флорирующую добычу</p>
<p>Prompt</p> <p>Наконец, возвращаясь к биологии, наши результаты также сообщают нашему пониманию поведения Animal Collective в присутствии угрозы [37]. Заманчиво предусмотреть подобный свод правил тем, мы описываем для нашего пастуха, ведущего поведение нападения хищников, скапливающегося добыча</p>	<p>Translate.Google</p> <p>Наконец, возвращаясь к биологии, наши результаты также понимают коллективного поведения животных при наличии угрозы [37]. Заманчиво предусмотреть аналогичный набор правил для тех, которые мы описываем для нашего пастыря, определяющего поведение хищников, атакующих флорирующую добычу</p>

Таблица 2

Перевод фрагмента статьи «Fruits and vegetables could save your life – but not from any one disease» из научно-популярного журнала «Popular Science» (опыт 2)

Исходный текст	Профессиональный
<p>Nutrition studies aren't like that. There are no clinical trials where doctors prescribe five tomatoes a week to one group and placebo tomatoes to another. So we're stuck with long-term observational studies, where researchers ask people to self-report what they eat and then track those people to see what kinds of health outcomes they have</p>	<p>Исследования в области питания проходят совсем не так. Нет клинических испытаний, в которых врачи назначают пять помидоров в неделю одной группе и помидоры-плацебо – другой. Так, мы трагично застряли на долгосрочных наблюдениях, когда исследователи просят испытуемых самостоятельно сообщать о том, что те ели, чтобы затем определить их состояние здоровья</p>
<p>Babylon</p> <p>Питание исследования являются не нравится. Нет никаких клинических испытаний, когда врачи назначают пяти помидоров в неделю на одну группу и плацебо помидоры на другой. Так что мы застряли с долгосрочными обсервационными исследованиями, в которых исследователи спросите у народа на самоопределение и того, что они едят и затем отслеживать те люди, чтобы увидеть, какие виды здоровья они имеют</p>	<p>Яндекс.Переводчик</p> <p>Исследования питания не такие. Нет клинических испытаний, когда врачи назначают пять помидоров в неделю одной группе, А плацебо – другой. Итак, мы застряли в долгосрочных наблюдательных исследованиях, где исследователи просят людей самостоятельно сообщать о том, что они едят, а затем отслеживать этих людей, чтобы увидеть, какие результаты для здоровья у них есть</p>
<p>Prompt</p> <p>Исследования пищи не похожи на это. Нет никаких клинических испытаний, где врачи предписывают пять помидоров в неделю одной группе и помидорам плацебо другому. Таким образом, мы застреваем с долгосрочными наблюдательными исследованиями, где исследователи просят, чтобы люди самосообщили, что они едят и затем следят за теми людьми, чтобы видеть, какие виды последствий для здоровья они имеют</p>	<p>Translate.Google</p> <p>Исследования в области питания не так. Нет клинических испытаний, когда врачи назначают пять помидоров в неделю одной группе и помидоры плацебо другому. Таким образом, мы придерживаемся долгосрочных наблюдательных исследований, в которых исследователи просят людей самостоятельно сообщать о том, что они едят, а затем отслеживать этих людей, чтобы узнать, какие у них результаты в отношении здоровья</p>

На основании приведенных выше критериев был проведен эксперимент, суть которого заключается в переводе фрагмента текста онлайн-переводчиками с одного языка на другой и сравнении полученных результатов с профессиональным переводом. В эксперименте использовались такие онлайн-переводчики, как Translate.Google, «Яндекс.Переводчик», Promt, Babylon [2–5]. Для чистоты эксперимента были взяты тексты разной стилистики: научной и научно-популярной. Данные стили чаще всего применяют в профессиональной литературе, которая необходима студентам для обучения. Было выбрано пять отрывков: один из научной статьи «Solving the shepherding problem: heuristics for herding autonomous interacting agents» [6], три из различных статей научно-популярного журнала «Popular Science» [7, 8] и последний из научного журнала «Science» [7, 9]. Для демонстрации решено было выбрать два отрывка текста. Проведенные опыты изложены в табл. 1, 2.

На основании полученных результатов, был проведен анализ по выбранным ранее критериям. Итоги сравнительного анализа изложены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты сравнительного анализа

Критерии	Сервисы онлайн-перевода																			
	Babylon					Яндекс					Google					Promt				
	Номера опыта					Номера опыта					Номера опыта					Номера опыта				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Адекватность	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-
Эквивалентность	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-

В ходе проведения первого опыта было установлено, что результаты перевода не соответствуют заданным критериям. Например, во всех переводах написано, что пастырь определяет или направляет поведение хищников. В исходном же тексте подобное поведение не упоминается. Учитывая все вышесказанное, становится ясно, что перевод некорректен так как искажает смысл первоначального текста.

Во втором опыте, удалось установить, что результат работы всех испытуемых сервисов является не эквивалентным. Babylon некорректно перевел первое предложение: «Питание исследования является не нравится.». Также Google, Яндекс и Promt допустили неточность

при согласовании подлежащего и сказуемого в предложении. Они перевели слово «track» как «отслеживать», что в данном контексте нарушает смысл предложения. Разумно будет в такой ситуации применить слово «отслеживают».

Основной причиной низкого качества перевода, по сравнению с профессиональным, является неспособность онлайн-переводчиков понять и передать смысл текста, ведь слова нужно не просто правильно перевести, но и грамотно связать их между собой. Из используемых нами переводчиков явно выделяются «Яндекс.Переводчик» и Translate.Google, так как они либо не уступают, либо превосходят своих конкурентов по всем критериям.

### Список литературы

1. Теория перевода / В. В. Сдобников, О. В. Петрова // АСТ, Восток-Запад М., 2006. С. 212.
2. Переводчик Translate.Google [Электронный ресурс] <https://translate.google.com>.
3. Яндекс переводчик [Электронный ресурс]. <https://translate.yandex.ru>.
4. Переводчик Promt [Электронный ресурс]. <http://www.translate.ru>.
5. Переводчик Babylon [Электронный ресурс]. <http://perevodchik.babylon-software.com>.
6. Strombom D., Mann R. P., Wilson A. M. Solving the shepherding problem: heuristics for herding autonomous interacting agents // Journal of the royal society interface. 2014. Vol. 11. № 100. P. 1–9.
7. Научно-популярный журнал «Popular Science» [Электронный ресурс]. <https://www.popsoci.com>.
8. Сайт inosmi.ru переводы статей [Электронный ресурс] <https://inosmi.ru>.
9. Сайт научного журнала Science [Электронный ресурс] <https://sciencemag.org>.
10. К вопросу об использовании онлайн-ресурсов в работе над переводом текста / Д. С. Сороковикова, Е. В. Дворак // Молодежный вестник ИРГТУ. 2015. № 4. С. 63.
11. Мошкович В. В. Оценка качества перевода и использование адекватности и эквивалентности как критериев оценки качества перевода // Филология и искусствоведение. 2013. № 10. С. 291–297.
12. Минченков А. Г. Критерии оценки качества перевода и типы переводческих ошибок. 2008. № 2(9). С. 166–174.

## **ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОНЛАЙН-ДОПОЛНЕНИЙ И ПРИЛОЖЕНИЙ ПОПУЛЯРНЫХ УЧЕБНИКОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ГРАММАТИКИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА**

**К. А. Носарев\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

*Научный руководитель – старший преподаватель Н. Н. Слепченко*

*Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

Абсолютно любой процесс обучения, познания или получения информации подобен, в некотором роде, строительству дома, основой которого является крепкий и устойчивый фундамент. Что же является фундаментом при изучении английского языка? Безусловно, это грамматика. Ведь грамотно заговорить на английском и, соответственно, быть понятым носителем этого языка может позволить именно надежно сформированная грамматическая база.

На сегодняшний день существует огромное множество учебников по изучению грамматики английского языка от разных авторов и издательств для всех уровней владения языком согласно шкале CERF. Структура многих популярных учебников одинакова. Содержание учебника разбито на уроки, в каждом из которых содержится теоретическая часть и практические упражнения. Кроме того, после окончания какой-либо тематической части авторы учебников включают проверочные тесты для оценки уровня усвоения знаний. Вопрос «Какой учебник является лучшим, способным помочь сделать процесс изучения английского языка более интересным, захватывающим и эффективным?» не затрагивается в данной статье.

С бурным развитием информационных технологий популярные и авторитетные издательства стараются идти в ногу со временем. С целью сохранения читателей, использующих именно их учебники для изучения английского языка как основные, они перенесли свое внимание на создание онлайн-дополнений и приложений различного рода, которые повторяют программу и содержание учебных пособий. Ведь ни для кого не секрет, что абсолютно любой процесс познания становится более эффективным, если его наполнить интерактивными

---

\* © Носарев К. А., 2018



играми, развлечениями и большей визуализацией. Остановимся на данных онлайн-дополнениях и приведем их обзор.

Многие из тех, кто изучает или начали изучать английский язык, слышали словосочетание «учебник Мерфи». Это учебник *English Grammar in Use*, выпускающийся издательством Cambridge University Press. Для данного учебника издательством создано мобильное приложение *Raymond Murphy's English Grammar in Use* [1]. Есть версии как для Android, так и для iOS. В приложение включены все 145 грамматических разделов из учебника [1] и сотни интерактивных упражнений. Каждый урок по грамматике, как и в учебнике, состоит трех-четырех частей: A, B, C, D. В каждой из этих частей есть ссылка на задания, выполнение которых помогает закрепить изученный материал. Данная опция подталкивает пользователя сразу же выполнить данные упражнения, после чего посмотреть ошибки и проанализировать их. Это можно назвать небольшим преимуществом над книгой, так как, проходя данные уроки в книге, многие люди сначала изучают теорию из всех частей и только потом приступают к выполнению всех упражнений. В страницы с теоретическим материалом встроены кнопки, например, *Spelling*, *Short forms* и др., при нажатии на которые открывается новое окно, содержащее грамматические конструкции в виде таблиц или списков согласно теме урока. Одним из главных достоинств приложения является наличие возможности аудиовоспроизведения примеров и грамматических конструкций в окнах, о которых говорилось выше, что дает пользователю возможность совершенствовать не только свои грамматические навыки, но еще и правильное произношение.

Еще одним не менее популярным учебником по изучению английского языка является *Headway*, который выпускается издательством Oxford University Press. Учебник предназначен для комплексного изучения языка [2], но огромное внимание в учебнике уделено именно грамматике. К данному учебнику разработано веб-приложение *Headway Student's Site*, которое можно найти на сайте <https://elt.oup.com>. Данное приложение имеет свою версию для каждого из шести издания данного учебника (в зависимости от уровня владения языком обучающегося). В приложении в разделе «Грамматика» находятся задания для каждого урока из учебника, где есть варианты, как с выбором ответа, так и с помощью ручного ввода. Если пользователь хочет проверить свои знания по грамматике, то в приложении в окне *Test Builder* есть возможность выбрать раздел грамматики и ответить на задания, которые предоставляются в совершенно разно-

образной форме. Это делает прохождение обычного теста увлекательным и, как следствие, познавательным. Кроме того, в разделе *Phrase Builder* можно прослушать предложения или фразы и после этого построить услышанное предложение из слов, разбросанных в произвольном порядке. Самыми захватывающими способами обучения являются четыре мини-игры [2]. Например, в игре *Dolphin games* на экране появляется вопрос, в то время как к дельфину с мячом, который находится на месте, плывут четыре дельфина, отвечающие на этот вопрос. Смысл игры заключается в том, чтобы дельфин с мячом успел кинуть мяч плывущему к нему дельфину с правильным ответом на вопрос. Стоит заметить, что в качестве ограничителя выступает время, что дает развить навык быстрого построения грамматических конструкций.

*Macmillan Publishers* – одно из старейших международных книжных издательств в мире – выпускает учебник *Gateway 2nd edition*. В качестве дополнений к данному учебнику выступают видеосюжеты *Flipped classroom videos*, в которых сам автор курса Дейв Спенсер объясняет грамматический материал [3]. Казалось бы, видеоматериалы уже давно вошли в практику изучения английского, но данные уроки тем и интересны, что построены на основе содержания учебника. Обучающийся после изучения урока в книге, может посмотреть данное видеодополнение и еще больше закрепить какой-либо раздел грамматики, так как на видео очень наглядно объясняются правила построения грамматических конструкций. Во время того, как автор рассказывает материал, на экране появляются формы с текстом, примерами, с выделением важных конструкций в тексте, при этом автор не остается в стороне. Он активно акцентирует внимание на содержании материала в этих формах, тем самым формы и презентация автора превращаются в единое целое, что не дает пользователю отвлечься, заинтересовывает его понять данный видеоролик. Помимо этого, качественное произношение материала автором и возможность видеть его мимику, жесты помогает пользователю улучшить навык понимания речи и совершенствовать собственные способности произношения.

Исходя из вышеперечисленных сведений и замечаний, сформирована таблица, в которой выделены одни из важнейших критериев, отражающих возможности, преимущества и недостатки одних онлайн-дополнений учебников над другими. Далее, основываясь на этих данных, будет проведен субъективный сравнительный анализ авторами статьи и выбор наиболее оптимального дополнения, делающего

образовательный процесс эффективнее, занимательнее и помогающе-го стимулировать пользователей к изучению английского языка.

Таблица

Сравнительные характеристики онлайн-дополнений учебников

Сравнительные характеристики	Онлайн-дополнения учебников		
	Raymond Murphy's English Grammar in Use	Headway Student's Site	Flipped classroom videos
Место размещения	Мобильное устройство на платформах Android/iOS	Любое устройство с выходом в Интернет	Любое устройство с выходом в Интернет
Доступность	Стартовый пакет – 6 уроков, платный пакет – 139 уроков	Бесплатно	Бесплатно
Изложение теор./прак. материала	Присутствует/присутствует	Отсутствует/присутствует	Присутствует/отсутствует
Аудиовоспроизведение	Присутствует	Присутствует	Присутствует
Поддержка уровней	B1, B2	A1-C1	A1-B2
Кол-во упражнений/пунктов в упражнении в одном уроке	4–9/5–18	2–4/6	–
Просмотр ответов/повторное выполнение упражнений	Присутствует	Присутствует	–

Возможность бесплатного пользования приложением побуждает обратить особое внимание на онлайн-дополнение к учебнику Headway. Стоит заметить, что во всех дополнениях присутствует строгое соответствие содержанию учебников. Headway Student's Site можно выделить еще потому, что в данном приложении в разы больше разнообразных форм проверки и закрепления знаний: тесты к каждому уроку, тесты по выбору темы и тем в комплексе, затягивающие мини-игры. Серия видеуроков Flipped classroom videos является несколько иной формой онлайн-дополнения, и сравнение данных интерактивных видео с двумя другими приложениями спорно, но большой положительный эффект вызывает тот факт, что, как и Headway Student's Site, эти видеоматериалы разработаны практически для всех уровней знания английского языка. Несмотря на все преимущества данных видеуроков и Headway Student's Site, наибольшее предпочтение стоит отдать мобильному приложению Raymond Murphy's English Grammar in Use, так как оно является единственным онлайн-дополнением учебников, в котором содержится как теоретическая, так и практиче-

ская часть. В приложении отсутствует разнообразие форм проверки знаний, но при этом реализовано большое количество заданий, охватывающих все тонкости и исключительные ситуации какого-либо аспекта английской грамматики. У пользователя данного приложения есть возможность проследить свой результат в течение всего урока. Кроме того, при совершении ошибки в упражнениях пользователь в любой момент может обратиться к теоретической части сразу в приложении, не прибегая к материалу учебника или другого источника. В качестве недостатка можно выделить предоставление платных пакетов, но цены определенно доступны, и покупка всех модулей в приложении составит сумму, приблизительно равную стоимости самого учебника.

В заключение хотелось бы сказать, что на данный момент существует множество интерактивных приложений, видеоуроков по изучению английского языка. В то время как онлайн-дополнения учебников только начинают активно разрабатываться популярными издательствами. В пределах одной статьи не представляется возможным полноценно рассмотреть все аспекты существующих онлайн-дополнений. Конкретно в данной статье был произведен обзор и сравнительный анализ трех дополнений к учебникам от авторитетных мировых издательств.

### **Список литературы**

1. App | Product Details | English Grammar in Use Fourth Edition | Grammar, Vocabulary and Pronunciation | Cambridge University Press: сайт. URL: <http://www.cambridge.org/us/cambridgeenglish/catalog/grammar-vocabulary-and-pronunciation/english-grammar-use-4th-edition/product-details/app>.

2. Headway Teacher's Site | Оксфорд Юниверсити Пресс: сайт. URL: <https://elt.oup.com/teachers/headway/?cc=ru&sellLanguage=ru&mode=hub>.

3. Gateway Second Edition <https://www.macmillan.ru/catalogue/3/146941>.

## ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЛЕКСИКИ ПОСРЕДСТВОМ PUSH-НОТИФИКАЦИЙ

**М. В. Павлов<sup>а</sup>, И. С. Байкалов<sup>а\*</sup>**

<sup>а</sup> Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

Научный руководитель – кандидат педагогических наук, доцент Т.Н. Ямских  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

В наше время можно заметить стремительную тенденцию появления новых терминов, аббревиатур, обозначений. Наиболее заметен новый приток слов в сфере интернет-технологий и телекоммуникации. В связи с таким количеством ранее неизвестных, но ныне используемых слов, появляется необходимость в их изучении и запоминании. Данная практика полезна для последующего общения с сотрудниками, чтения технической документации и использования в повседневной работе.

Если не вдаваться в подробности, то все существующие способы расширить свой лексикон можно разбить на три категории, с соответствующими им плюсами и минусами:

- онлайн-переводчики – быстро, но часто определения даются в отрыве от значимого и актуального контекста;
- профессиональные онлайн-ресурсы – необходим поиск, много времени тратится на чтение уже известного материала. Неудобно пользоваться, так как нет возможности быстро найти данное слово/термин снова, при необходимости;
- печатные издания – можно вносить заметки по мере изучения, пополнение словарного запаса происходит сравнительно регулярно, но данный способ не подходит для ежедневного запоминания, требует денежных затрат, не доступен для некоторых регионов и стран.

Так появилась идея создать веб-приложение, которое предоставляет интерфейс для работы с новыми словами, имеет функции редактирования/удаления и умеет отображать их в виде push-уведомлений на устройствах вне зависимости от платформы и операционной системы.

Основные возможности системы:

- добавление новых слов – сюда входят написание, транскрипция, перевод, пример использования;

---

\* © Павлов М. В., Байкалов И. С., 2018

- редактирование уже имеющейся базы – обновление/удаление слов;
- создание задач для отправки уведомлений конкретному пользователю;
- возможность просмотреть изучаемые слова за определенный промежуток времени.

Отправка уведомлений выполняется посредством использования облачной технологии Google Firebase Cloud Messaging (FCM), данная технология поддерживается большинством семейства браузеров, что гарантирует работу на наиболее известных операционных системах – Android, iOS, Linux, Windows.

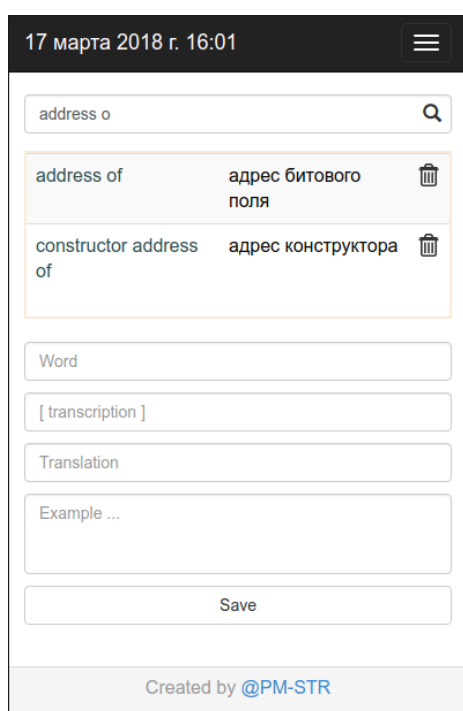


Рис. 1. Мобильный поиск

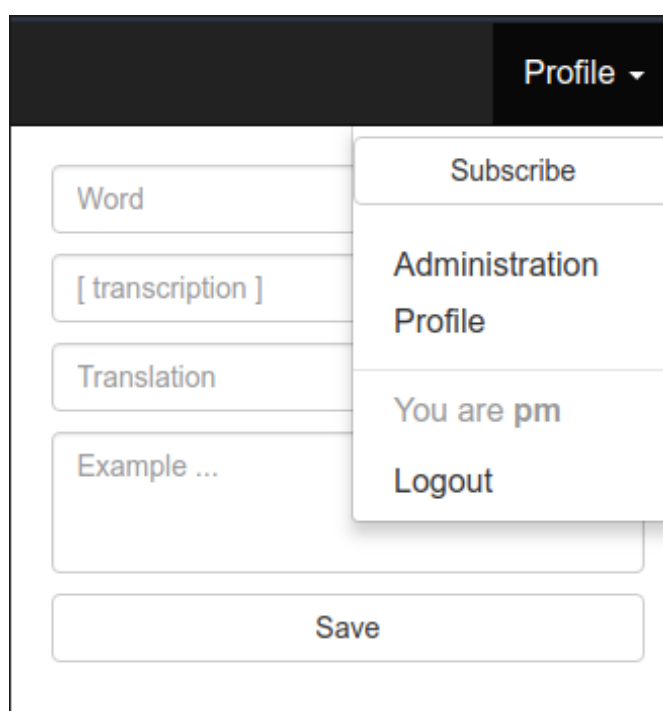


Рис. 2. Активация уведомлений

Чтобы активировать отправку уведомлений, необходимо зарегистрироваться, зайти на главную страницу приложения и нажать кнопку **Subscribe**. В базе будет создана запись, и на устройство, с которого был выполнен вход, начнут поступать push-уведомления. Время отправления, а также периодичность отправки сообщений можно настроить с помощью панели администратора. Также имеется возможность указать время начала и конца уведомлений, таким образом можно настроить отправку наиболее удобным для себя способом.

В качестве базовой составляющей был взят список определений, содержащийся в книге Б. Страуструпа «Язык программирования

С++». В нем дается описание языка, его ключевых понятий, основных приемов программирования и подходов к построению программ. Данный справочник будет актуален и во многих других сферах интернет-технологий и коммуникаций. Количество добавленных слов – 810.

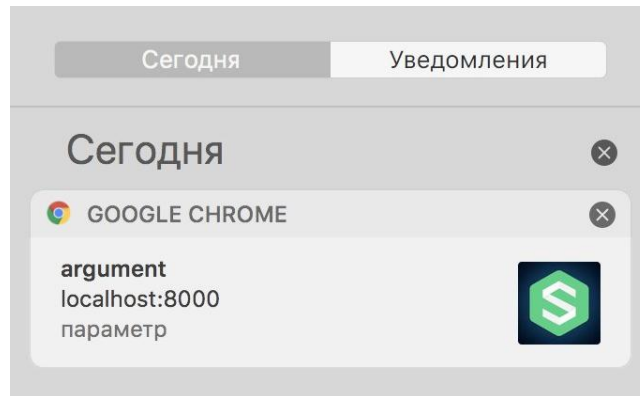


Рис. 3. Пример push-уведомления

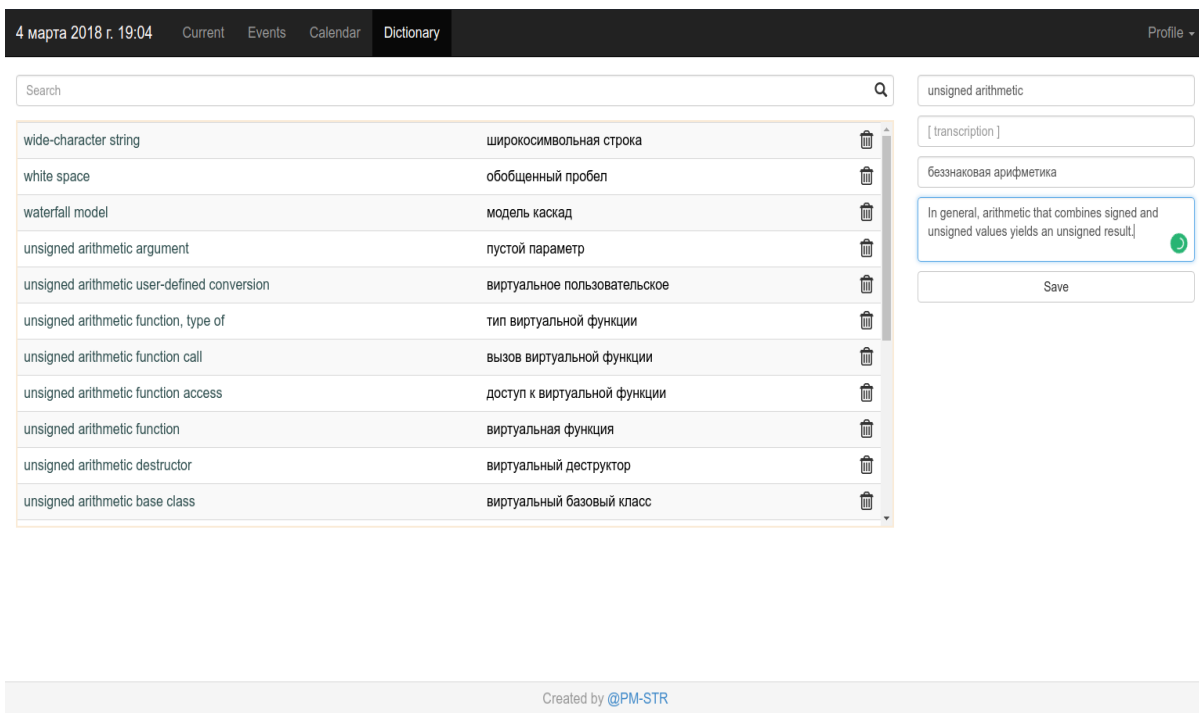


Рис. 4. Словарь определений и форма добавления/редактирования слов

Итак, было создано приложение, позволяющее практиковать изучение новых слов, посредством push-уведомлений и имеющее функционал для добавления/редактирования уже существующих определений. В настоящий момент база данных составляет около тысячи слов IT-тематики.

В перспективе планируется добавить пользовательский кабинет (на данный момент полный доступ к настройкам есть только у администратора) и расширить разделы профессиональной лексики (железнодорожная сфера, строительство, математические определения, лингвистика).

Исходные данные, в том числе код, находятся в открытом доступе.

### **Список литературы**

1. Англо-русский словарь [Электронный ресурс]: Англо-русский словарь компьютерных терминов. <http://software-testing.ru/forum/index.php?/topic/13274-anglo-russkij-slovar-kompiuternykh-terminov-i>.

2. Приложение к учебному пособию Б. Страуструпа «Язык программирования C++» [Электронный ресурс]. <http://kaktot.narod.ru/ru/otd-bs2e/dict.htm>.

3. Google trends [Электронный ресурс]: Google trends, data and visualizations. <https://trends.google.com/trends/explore>.

4. Django documentation [Электронный ресурс]: Django project documentation, Query Set API. <https://docs.djangoproject.com/en/2.0/ref/models/querysets>.

5. Sked source codes [Электронный ресурс]: Sked project, open source repository. <https://github.com/pm-str/Sked>.



## ABOUT TEXT OPTIMIZATION OF ACADEMIC ARTICLES

**N.S. Timoshenko<sup>a</sup>, I.E. Andrianov<sup>a</sup>, A.V. Lade<sup>b\*</sup>**

<sup>a</sup> *Student, ISIT, Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk*

<sup>b</sup> *Senior teacher, Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk*

*Scientific supervisor – senior teacher, A.V. Lade*

*Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk*

**Introduction.** Text optimization is an inevitable process that every academic researcher faces in work. Text materials are required to be optimized in accordance with the preparation rules of such materials for further publication. Then, it is impossible to manage such task without the use of information technologies, in particular in the field of applied and quantitative linguistics. In this article the sphere of machine word processing for statistical analysis and search for possible corrections is considered [1].

**Relevance.** There are specific conditions and requirements for conducting scientific work, therefore the preparation of academic papers or reports is seemed as a rather time-consuming process. In this case, the amount of text can be very large, and it will take a long time to check. At the same time, it is crucial to note that it is impossible to eliminate all errors immediately because of human factor. This determines the relevance of our article, we develop a method for automatic verification of a text, as well as options for corrections and finding synonyms to simplify the preparation and editing of scientific articles.

**Discussion.** At the beginning of the creation of the program the question of program implementation has come up either in the form of a mobile application or website or desktop application. The decision has been made to go with the site, as this solution allows any user to apply this program for their needs, regardless of their location. The program has been created with the use of web technologies stack [2], based on php, html, css, bootstrap languages (Fig. 1). The site has been registered on the free hosting 000webhost.

At the moment the program is able to:

1. Count the number of characters (with spaces). This function is now built into every text editor, it helps to determine the size of the article and understand whether the article meets certain requirements, it will be useful, for example, when printing an article in a newspaper;

---

\* © Timoshenko N.S., Andrianov I. E., Lade A. V., 2018

2. Count words (unique and non-unique) [3], due to this parameter, you can review the average length of words in the text, which helps to estimate the semantic load in the text;

3. Do not count words shorter than the assigned number of characters. Using this feature it is possible to perform a more flexible search for common words;

4. Offer options of synonyms for frequently repeated words, owing to this feature it is possible to find more interesting and fresh options for frequently repeated words.

5. Convert the characters in two cases:

- a. all in uppercase;
- b. all in lowercase;

The screenshot shows a web application titled "Анализатор текста". It has a text input field containing a paragraph about a website. Below the input are controls for "Игнорировать слова короче" (set to 4) and "Преобразовать текст" (set to "в нижний регистр"). A blue "Анализировать" button is present. The results section shows "Количество слов: 31" and "Количество букв: 186". The "Результат:" section shows the same text with the word "сайт" highlighted in red. Below this is a table with three columns: "слово", "повторения", and "синонимы".

слово	повторения	синонимы
сайт	2	вебсайт, сайт, веб-сайт

Fig. 1. The example of the text analyzer work

In the future, we plan to expand the functionality of the program, specifically:

1. Organize the calculation of keywords in the text;  
2. Enter the search function of the desired (searchable) phrases in the text;

3. Implement the analysis of the main SEO parameters of the text, i.e. the characteristics of the text from the search engines on the Internet for greater relevancy of the article [4].

4. Create a function to convert only the first letters of each sentence.

5. Add other languages to the text analysis program (e.g. Spanish)

The presented semantic analyzer writes all the different words in the database, one instance of which represents a cell with the text, index and the number of iterations in the text. Words with more than one iteration are underlined and displayed in the lower window, where they are proposed to be replaced by some equivalent words or expressions. Data synonyms are stored on the web server in the format “word1|word2|word3”, where words in one line are interchangeable synonyms of each other [5]. Also it should be noted that this program is able to work not only with Russian texts, but also with English ones (Fig. 2).

**Анализатор текста**

Введите текст:

"Well, Prince, so Genoa and Lucca are now just family estates of the Buonapartes. But I warn you, if you don't tell me that this means war, if you still try to defend the infamies and horrors perpetrated by that Antichrist--I really believe he is Antichrist--I will have nothing more to do with you and you are no longer my friend, no longer my 'faithful slave,' as you call yourself! But how do you do? I see I have frightened you--sit down and tell me all the news.

Игнорировать слова короче  символов

Преобразовать текст

**Анализировать**

Количество слов: 92  
 Количество бквк: 360  
**Результат:**

"well, prince, so genoa and lucca are now just family estates of the buonapartes. but i warn you, if you don't tell me that this means war, if you still try to defend the infamies and horrors perpetrated by that antichrist--i really believe he is antichrist--i will have nothing more to do with you and you are no longer my friend, no longer my 'faithful slave,' as you call yourself! but how do you do? i see i have frightened you--sit down and tell me all the news.

слово	повторения	синонимы
antichrist	2	-
have	2	Hold, Possess, retain, have, oc-
longer	2	-
tell	2	reveal, tell, declare, communi-
that	2	posing, grant that,

Fig. 2. The example of the program work with English text

**Conclusion.** According to the results of the study, we can say that this service in the prospect will allow to achieve greater efficiency when working with academic material without any apparent loss of time and energy. It should be noted that it is planned to further improve the resource, adding the necessary functions for working with text and presenting it in a more ergonomic form. This option of working with text material can become an indispensable tool for the preparation of articles for young scientists and for those who have already had some experience in conducting scientific work.

## References

1. Довженко М. Правильная оптимизация сайта [Electronic resource]. URL: <http://www.workformation.ru/optimizaciya-teksta-stranicy-sajta.html> (Date of access: 14.04.2018).
2. Семенов Н. Выбор технологий для большого и не очень большого веб-проекта. [Electronic resource]. URL: [https://habrahabr.ru/company/SECL\\_GROUP/blog/315734](https://habrahabr.ru/company/SECL_GROUP/blog/315734) (Date of access: 14.04.2018).
3. Васильчиков Ю. Оптимизация текстов: прошлое и настоящее. [Electronic resource]. URL: <http://www.eggo.ru/articles/new-optimization> (Date of access 14.04.2018).
4. Ваховский Р. Оптимизация текста сайта – релевантная статья [Electronic resource]. URL: <https://wordpress-book.ru/prodvizhenie/optimizaciya-teksta>. (Date of access: 14.04.2018).
5. Копейкин М., Спиридонов В., Шумова Е. Выбор способа хранения отношений в информационных системах [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-sposoba-hraneniya-otnosheniy-v-informatsionnyh-sistemah> (Date of access: 14.04.2018).

## ИГРОВОЙ ПРОЕКТ «PUZZLE OF GOD»

**А. И. Толстиков\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – старший преподаватель Т. М. Лабушева  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

В наше время, когда процветают технологии и игромания, выходит крайне мало игр, которые хоть как-то развивают людей. На данный момент в игровой индустрии существует большое количество различных жанров – шутеры, ролевые игры, аркады, стратегии и т. д.

Сегодня в создании игр разработчики уделяют много внимания такому игровому проекту, в котором человеку необходимо пытаться понять то, как будет думать его противник. Примером подобной игры является проект автора данной статьи «Puzzle of God». В игровой партии играют два человека, и они оба строят лабиринты друг для друга – так они развивают логику и фантазию как создатели. Но после, когда оба лабиринта готовы, начинается игра оппонентов как решателей, каждый из них ходит до тех пор, пока не столкнется со стеной, после чего ход переходит к следующему игроку. Тут необходимо подумать логически и психологически. Как бы действовал мой противник? Каким образом он бы поставил стены? Насколько хорошо он меня знает? Человек должен задать себе все эти вопросы, нужно понять соперника. Возможно, он – ленивый и поставит стены беспорядочно, а может быть он любит, чтобы все выглядело красиво и выстроит какие-либо геометрические фигуры. Для победы нужно добраться до точки появления противника.

Упомянутая выше игра представляет в первую очередь стратегическую составляющую и отчасти аркадную. Она находится в стадии разработки, представляя собой отголосок таких игр, как StarCraft или WarCraft. Любители подобных игр могут не беспокоиться о том, что тратят большую часть свободного времени на свое хобби. Благодаря этому у них улучшается физическая и умственная координация, навыки, связанные с планированием и стратегическим мышлением, а также реакция и логика.

Кроме того, подобные игры позволяют учиться на своих ошибках, да и не только на своих, так как каждый игрок может наблюдать

---

\* © Толстиков А. И., 2018

за тем, как поступает противник, попытаться понять ход его мыслей, а потом построить свою новую стратегию, используя эти знания.

### **Видеоигры делают нас многозадачными!**

Большинству людей сложно заниматься несколькими вещами одновременно, а с возрастом становится трудно выполнять даже простые задачи. Между тем, все зависит от так называемых когнитивных способностей, которые можно развить. Это доказал недавний эксперимент [1], проведенный нейробиологом Адамом Газзали из Калифорнийского университета в Сан-Франциско (США).

Ранее разработчики видеоигр не раз утверждали, что их творения улучшают наши умственные способности. Но до недавних пор не было никаких доказательств тому, что навыки, приобретенные в процессе игры, находят какое-либо применение в повседневной жизни. Исследование Газзали показывает, что, если адаптировать игру к определенному когнитивному расстройству, то данная терапия и в самом деле может оказаться эффективной.

Игры могут помочь пожилым людям, которые начинают уже все забывать, вернуть память. Недавно был проведен эксперимент, в котором участвовали 40 человек старше 60 лет. Как правило, в этом возрасте люди начинают жаловаться на забывчивость.

Участников эксперимента разделили на две группы. Первую попросили играть в стратегию по 3–4 часа в сутки, а вторую – продолжать жить обычной жизнью.

Все участники этого эксперимента регулярно проходили тесты на предмет изучения их способности удерживать в памяти информацию и переключаться между различными задачами. Эксперимент показал, что зрительная память и логическое мышление значительно улучшилось у первой группы, тогда как у второй группы улучшений не было вовсе.

Кроме того, экспериментаторы сравнили первую группу с молодыми двадцатилетними людьми и получили ошеломляющий результат: когнитивная способность заядлых игроков старшего возраста зачастую оказывалась не хуже, а иногда и лучше, чем у молодежи!

Большое количество людей уверены, что от видеоигр один только вред и никакой пользы. Конечно, есть игры с не самым лучшим посылом и тактикой взаимодействия с игроком, которые могут навести на опасные мысли, но, как говорится, у медали две стороны. Даже самое лучшее лекарство в больших количествах может стать ядом. Сейчас наконец-то пришло время, когда люди смогли понять, что иг-

ра – это не просто развлечение. С её помощью лучше обучаются дети и открываются «зажатые» проблемами взрослые. Поэтому стоит перестать бояться слова «видеоигра» и постараться направить компьютерную игру во благо.

Разработка описанной выше игры ведется под платформу Android [2]. Написан проект на языке программирования Java, используя библиотеку libGDX [3]. Подобной игры на просторах Play Market еще не было.

На данный момент проект разрабатывается в виртуальной реальности на Unity3d, используя язык программирования C#, чтобы люди полностью погрузились в игру и в условиях присутствия максимизировали свою мозговую активность. Для тех, у кого нет VR-шлема, создается версия игры для персонального компьютера.

Если сложить стратегическую составляющую проекта и психологическую, то можно предположить, что игра будет интересна людям любого возраста. Она поможет развиваться детям и сохранить пожилым людям умственные способности, улучшить их память.

### **Список литературы**

1. New market for video games: octogenarians. <http://www.euronews.com/2013/09/11/new-market-for-video-games-octogenarians>.
2. Харди Б., Филлипс Б., Стюард К. и др. Android программирование для профессионалов: учеб. пособие по направлению «Программирование». 2-е изд. 2016. 640 с.
3. Официальная документация Badlogic libGDX. <https://libgdx.badlogicgames.com/documentation.html>.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОЛОСОВЫХ АССИСТЕНТОВ

Д. А. Щипанова<sup>а</sup>, О. А. Каратаева<sup>а\*</sup>

<sup>а</sup> Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – старший преподаватель Т. М. Лабушева  
Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск

Прикладная лингвистика (прикладное языкознание) наряду с теоретической лингвистикой является частью науки, занимающейся языком [1]. Специализируется на решении практических задач, связанных с изучением языка, а также на практическом использовании лингвистической теории в других областях [2].

Распознавание речи – это процесс преобразования речевого сигнала в цифровую информацию (например, текстовые данные) [3]. Обратной задачей является синтез речи.

В настоящее время применяется множество различных технических устройств для распознавания речи. Созданы приложения, выполняющие многочисленные команды при обращении к ним с помощью голоса. К основным таким программам относятся «Siri», «Google Now», «Алиса» и «Cortana». Рассмотрим два голосовых ассистента – «Алиса» и «Siri».

«Алиса» работает в приложении «Яндекса» для iOS и Android, а также в бета-версии для Windows. Благодаря технологии SpeechKit. «Алиса» работает с «Яндекс.Поиском», «Яндекс.Картами», «Яндекс.Музыкой» и «Яндекс.Погодой».

Вызывается при помощи таких словесных команд, как «Привет, Алиса», «Слушай, Яндекс». Также данное приложение использует технологию Form-filling – это подход к построению диалоговых систем, в котором отдельные диалоговые сценарии описываются формами, состоящими из обязательных и опциональных полей, или слотов. Пользователь своими репликами в диалоге заполняет слоты сценария. Когда все обязательные слоты заполнены, система может решить задачу пользователя в рамках диалогового сценария. Звучание языка Алисы основано на Unit Selection [4]. «Алиса» использует нейросеть, что позволяет ей самой генерировать ответы, а не только выдавать запрограммированные фразы.

---

\* © Щипанова Д. А., Каратаева О. А., 2018



Основными преимуществами голосового ассистента «Алиса» является приятный, близкий к человеку голос Алисы, до 95% распознавания речи, функции работы с компьютером, мгновенные ответы, хороший вкус на фильмы/музыку/книги, доступно несколько вариантов команд для голосовой активации, вариативность ответов, существует на трех платформах, распознает разные диалекты русского языка (рис. 1).

Также имеются и недостатки. «Алиса» иногда спешит, отвечает, когда вопрос еще не закончен; нет возможности персонализации пользователя или самого ассистента; для некоторых действий применяет к себе глаголы мужского рода; иногда слова ассистента расходятся с тем, что он делает; выдает подряд одинаковые ответы; крайне редко запоминает контекст беседы; часто отправляет пользователя в поиск.

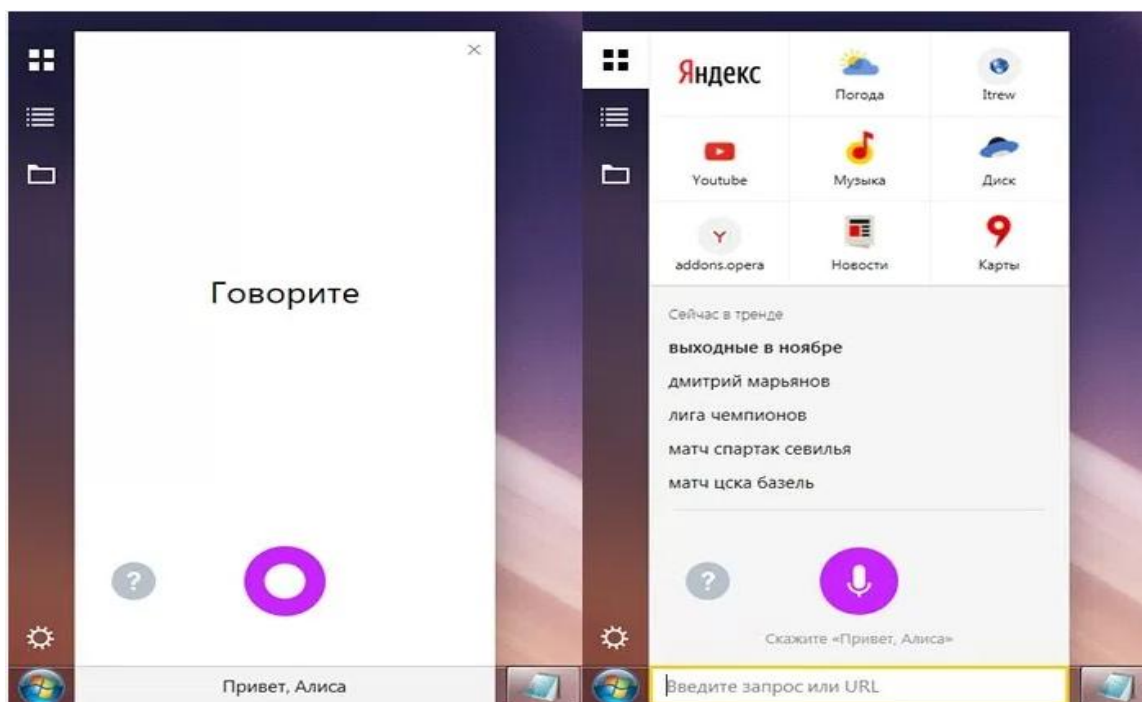


Рис. 1. Интерфейс взаимодействия пользователя с голосовым помощником «Алиса»

Также одним из самых известных голосовых помощников является «Siri». Работа над «Siri» (Speech Interpretation and Recognition Interfac) была начата SRI International в 2007 г. В 2010 г. данную технологию купила компания «Apple». «Siri» – это персональный помощник и вопросно-ответная система, разработанная для iOS, watchOS, macOS и tvOS компании «Apple». «Siri» предполагает диа-

логовое взаимодействие со многими приложениями, включая напоминания, погоду, акции, передачу сообщений, электронную почту, календарь, контакты, примечания, музыку, часы, веб-браузер и карты [5]. Поддерживается английский, немецкий, японский и французский языки. В дальнейшем были добавлены китайский, итальянский, корейский, русский и испанский. Использует технологию голосовой идентификации от Nuance Communications (рис. 2).

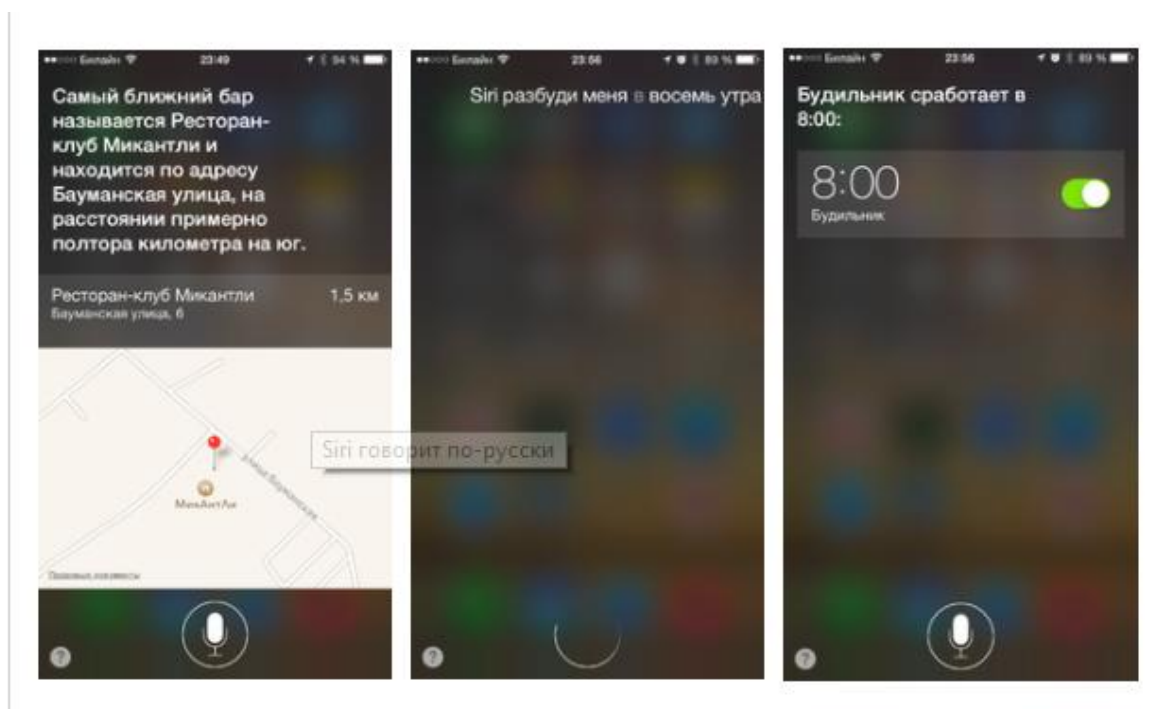


Рис. 2. Интерфейс взаимодействия пользователя с голосовым помощником «Siri»

Итак, к преимуществам данного голосового ассистента относится взаимодействие с OpenTable, Google Maps (для ресторанов, деловых вопросов и действий), Eventful, StubHub (для разных событий и концертной информации), MovieTickets.com, Rotten Tomatoes и The New York Times (для информации о фильмах и рецензиях на них); True Knowledge, Bing и WolframAlpha (для фактического ответа на вопрос); Yahoo Weather (для информации о погоде); Bing, Yahoo, Google (для веб-поиска), а также возможность добавлять к «Siri» взаимодействие с сторонними приложениями при помощи специального интерфейса API SiriKit.

Основной недостаток – это подряд идущие однотипные ответы, путаница в запросах, неверные ответы, необновляемая база ответов на стандартные вопросы, работа на одной платформе.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что «Siri» имеет более обширный функционал, в отличие от «Алисы». «Siri» взаимодействует не только с поисковой системой, но и со сторонними приложениями, список которых постоянно расширяется, а также данный голосовой ассистент хранит информацию о пользователе. Однако «Алиса» для носителя русского языка будет приятнее на слух. От нее можно услышать шутки, в этом плане иностранный ассистент придерживается более делового стиля общения. Существенным недостатком «Алисы» является работа с небольшим количеством приложений. В плане наглядности представления информации и решения прикладных задач «Siri» также выигрывает.

При использовании данных голосовых помощников было определено, что «Алиса» более приятна для использования пользователями в навигации, развлечении, погоде, то есть в основном тогда, когда она осуществляет разговорные или навигационные функции. Однако для работы на устройствах компании «Apple» «Siri» будет удобнее.

### **Список литературы**

1. Баранов А. Н. Введение в прикладную лингвистику: учеб. пособие. М.: Эдиториал УРСС, 2001. 360 с. ISBN 5–8360–0196–0.
2. Звегинцев В. А. Теоретическая и прикладная лингвистика. М., 1968.
3. Ушаков Д. Н. Толковый словарь Ушакова. 1935–1940. 2015. № 3. С. 12–18.
4. Филиппов Д. Алиса, скажи что-нибудь. Как устроена голосовая помощница Яндекс и чему ей еще предстоит научиться // N+1. Интернет-издание «Алиса, скажи что-нибудь». Эл. № ФС77–67614. URL: <https://nplus1.ru/material/2018/02/27/yandex-alice>.
5. Галкин Е. Apple. Голосовой помощник Siri от Apple. 2018: сайт. URL: [www.voiceApp.ru](http://www.voiceApp.ru).
6. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс. М.: Издательский дом «Вильямс», 2008.

# **Прикладная математика**

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОМОНИТОРИНГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТЫВЫ**

**С. К. Бадыма<sup>а</sup>, А. А. Кабанов<sup>б</sup>, А. С. Кругляков<sup>а\*</sup>**

<sup>а</sup> *Магистрант, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

<sup>б</sup> *Аспирант, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск*

*Научный руководитель – доктор технических наук, в.н.с. К. В. Симонов*

*Сибирский федеральный университет, Институт вычислительного моделирования СО РАН, Россия, Красноярск*

**Введение.** Геодинамический мониторинг является обязательным элементом государственной системы обеспечения геодинамической безопасности в сейсмически активных регионах России [1–2]. Начиная с 2000 г. получили развитие и региональные наблюдательные геодинамические сети в различных субъектах федерации (Красноярский край, Кемеровская область, Республика Тыва и др.). При этом используются как сейсмологические сети, так и комплексные сети, регистрирующие различные геолого-геофизические поля и их параметры.

Представлено информационное и алгоритмическое обеспечение для решения основных задач геомониторинга и оценки геодинамической опасности территории Республики Тыва. На основе данных сейсмического мониторинга в 2010–2017 гг. выполнена разработка элементов методики анализа данных комплексного геомониторинга геодинамических полей для оценки напряженно-деформированного состояния геосреды и повышения точности прогноза сильных землетрясений.

**1. Анализ данных мониторинга естественного импульсного электромагнитного поля Земли.** Природа ЕИЭМПЗ до сих пор вызывает дискуссии. Основатели метода [3], исследуя ЕИЭМПЗ в частотном диапазоне 10–20 кГц пришли к выводу, что в спектре сигнала ЕИЭМПЗ присутствуют две основные составляющие: ионосферная (связанная с грозовой активностью и другими атмосферно-ионосферными процессами) и литосферная (имеющая механо-электромагнитную природу). В качестве основного источника ЕИЭМПЗ авторы рассматривают литосферную составляющую, связан-

---

\* © Бадыма С. К., Кабанов А. А., Кругляков А. С., 2018

ную с волнами сжатия-растяжения литосферы (деформационные волны) под влиянием колебаний внутреннего ядра Земли.

Аномальная структура ЕИЭМПЗ в АССО коррелируется с характером изменения концентрации радона в различных точках (Красноярск – Туманный – Аскиз – Кызыл). Регистрация радона в комплексе с геофизическими методами доказала свою эффективность в АССО для оценки НДС геологической среды. Подготовка слабых землетрясений ( $M$  около 3,0) также проявляется в структуре суточного хода ЕИЭМПЗ.

Результаты геодинамического мониторинга в 2010–2017 гг. в Алтае-Саянском регионе подтвердили информативность ЕИЭМПЗ для прогноза изменений НДС геологической среды и в ряде случаев для прогноза землетрясений. Следует признать, что использование метода регистрации ЕИЭМПЗ без комплекса с другими (выше упомянутыми) методами, не позволяет однозначно давать оценку изменения НДС геологической среды и прогноз землетрясений.

По результатам анализа данных мониторинга электромагнитных полей на Алтае-Саянских полигонах можно сделать вывод, что метод позволяет осуществлять среднесрочный (до нескольких месяцев) и краткосрочный (от нескольких суток до нескольких часов) прогноз землетрясений. Предвестники проявляются в виде различных аномалий в структуре ЕИЭМПЗ: резком увеличении или снижении интенсивности импульсного потока, нарушении типичного для данного пункта суточного хода, аномального изменения сезонного тренда.

Интенсивность проявления предвестника и его заблаговременность связаны с энергией землетрясения, расстоянием и строением геологической среды между пунктом регистрации и гипоцентром. Перед относительно слабыми землетрясениями аномалии в структуре суточных ходов в виде резкого увеличения количества импульсов выделяются за несколько суток или часов до сейсмического события.

**2. Анализ данных мониторинга уровня концентрации радона.** Мониторинг радона в 2003–2017 гг. проводился в Алтае-Саянском регионе, где подтвердил свою эффективность в комплексе с другими геофизическими методами контроля НДС геологической среды. Характер изменения концентрации радона в пределах Алтае-Саянского геодинамического полигона связан также с длиннопериодными (3–6 месяцев) циклами гравитационных приливов. Радоновые предвестники подготовки сильного землетрясения проявляются в положительных или отрицательных аномалиях уровня радона в подземных водах [4].

Мониторинг содержания радона в подземных водах выполняется с целью выявления средне- и краткосрочных (месяц, 2–10 дней) предвестников сильных землетрясений  $M > 5.0-6.0$  и оценки изменений напряженно-деформированного состояния геологической среды на основе анализа связи динамики колебаний концентрации радона в связи с сейсмической активностью региона.

Оценки аномалий могут определяться тремя способами: по величине абсолютного максимального отклонения от средне фоновой концентрации ( $C_{\text{экс}} - C_{\text{ф}}$ ); по величине относительного максимального отклонения ( $(C_{\text{экс}} - C_{\text{ф}}) / C_{\text{экс}}$ ); по числу среднеквадратичных отклонений для фоновых концентраций ( $(C_{\text{экс}} - C_{\text{ф}}) / S_{\text{ф}}$ ).

*Оценка предвестника подготовки землетрясений 2011–2012 гг.* Эмиссия радона изменилась за 5–10 суток перед землетрясением во всех четырёх пунктах наблюдения Алтае-Саянского региона. Наиболее чётко предвестник проявился на п.н. Кызыл в 100 км от эпицентра землетрясения. За 4 суток до основного события в уровне концентрации радона наблюдалась аномалия, выраженная резким повышением уровня концентрации радона. Проведен численный анализ изменения концентрации радона в подземных водах. На этой основе выполнен анализ предвестников подготовки землетрясений в Каа-Хемском районе Республики Тыва 27 декабря 2011 г. магнитудой 6.5 и 26 февраля 2012 г. магнитудой 6.7.

Во время подготовки первого землетрясения среднефоновая концентрация радона была на уровне 69.6, тогда как среднее значение концентрации радона в аномальный период составила 88.2. Время предвестниковой радоновой аномалии оценивалось от начала устойчивого повышения концентрации радона величины  $2 * S_{\text{фон}}$  (среднеквадратичное отклонение фоновых концентраций) до момента землетрясения и составило 5 суток.

Во время подготовки второго землетрясения средне фоновая концентрация радона была на уровне 69.6, тогда как среднее значение концентрации радона в аномальный период составило 86.0. Время предвестниковой радоновой аномалии оценивалось от начала устойчивого повышения концентрации радона величины  $2 * S_{\text{фон}}$  (среднеквадратичное отклонение фоновых концентраций) до момента землетрясения и составило 3 суток. Расчёты проводились по данным пункта измерения «Кызыл», расстояние до очагов землетрясений составляет около 100 км.

**Заключение.** Таким образом, изменения концентрации радона в естественных водных источниках позволяют в комплексе с данными

ЕИЭМПЗ и сейсмической эмиссии прогнозировать не только изменение НДС геологической среды, но также обеспечить среднесрочный (1–3 месяца) прогноз сильных сейсмических событий  $M \geq 6.0$ . Краткосрочный (1–3 суток) прогноз тоже возможен, но без комплексирования с другими методами (сейсмическим и ЕИЭМПЗ) достоверность интерпретации локальных аномалий радона при редкой сети наблюдений не позволяет уверенно прогнозировать даже сильные землетрясения ( $M \geq 5.0$ ).

Для повышения надёжности определения положения эпицентров землетрясений, необходимо увеличить плотность сетей регистрации ЕИЭМПЗ и радона, а также дополнить применяемый геолого-геофизический комплекс данными спутниковых съёмок (инфракрасной и геохимической ( $CO_2$ , метан)).

### Список литературы

1. Методические указания по ведению гидрогеодеформационного мониторинга для целей сейсмопрогноза (система RE-STEPS) / Сост. Г. С. Вартамян, В. С. Гончаров, В. П. Кривошеев, Э. П. Потемка, С. К. Стажило-Алексеев. М.: ВСЕГИНГЕО, 2000. 83 с.

2. Экологическая и инженерная геология: синергия процессов в сейсмических очагах и краткосрочный прогноз землетрясений / В. Г. Сибгатулин, Р. Г. Хлебопрос, С. А. Перетокин, А. А. Кабанов // Инженерная экология. 2009. № 2. С. 32–42.

3. Малышков Ю. П., Малышков С. Ю. Периодические вариации геофизических полей и сейсмичности, их возможная взаимосвязь с движением ядра Земли // Геология и Геофизика. 2009. Т. 50. С. 152–172.

4. Зубков С. И. Радоновые предвестники землетрясений // Вулканонология и сейсмология. 1981. № 6. С. 74–105.



## ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ОТ УДАЛЕННЫХ ЦУНАМИ

А. А. Быков<sup>а</sup>, Н. О. Кудря<sup>а</sup>, М. А. Курако<sup>б\*</sup><sup>а</sup> Аспирант, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск<sup>б</sup> Старший преподаватель, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, в.н.с. К.В. Симонов  
Сибирский федеральный университет, Институт вычислительного моделирования  
СО РАН, Россия, Красноярск

Работа направлена на решение актуальной практической задачи – оценки ожидаемых высот цунами в береговой зоне и определение вероятных зон затопления побережья. Ключевым элементом здесь является решение обратной задачи – оценки параметров источника цунами по данным сейсмического и гидрофизического мониторинга. Результаты экспериментальных исследований в этой предметной области позволят снизить риски и ущерб от цунами, а также минимизировать число ложных тревог [1].

В работе в качестве экспресс-метода при математическом моделировании распространения волн цунами рассматривается линеаризованная система уравнений мелкой воды, следуя [2], решением которой в некоторой окрестности волнового фронта и вне некоторой окрестности фокальных точек для возвышения свободной поверхности жидкости являются асимптотические формулы С. Ю. Доброхотова, имеющие следующий вид:

$$\begin{aligned} \eta(x,t) = & \\ = \sum_k & \left\{ \frac{\sqrt{\mu}}{\sqrt{|X_{\psi_j}(\psi,t)|}} \sqrt{\frac{C_0}{C(X(\psi_j,t))}} \cdot \operatorname{Re} \left[ e^{\frac{i\pi m_j}{2}} F \left( \frac{S_j(t,x)}{\mu}, n(\psi_j) \right) \right]_{\psi_j = \psi_j(t,x)} \right\} + \\ & + O\left(\mu^{\frac{3}{2}}\right). \end{aligned} \quad (1)$$

Формула (1) и алгоритмическое обеспечение, которое ее реализует, являются ключевыми для разработки вычислительной методики решения обратной задачи и последующих расчетов. Формула характеризует поведение длинных волн при их распространении в опреде-

\* © Быков А. А., Кудря Н. О., Курако М. А., 2018

ленных расчетных областях, что дает возможность численного моделирования распространения длинных волн типа цунами.

Для обеспечения процесса численного моделирования образования и распространения цунами используется вычислительный инструментариий MOST (Method of Splitting Tsunami) [3, 4].

MOST представляет собой набор численных процедур для обеспечения симуляции трех процессов эволюции цунами: землетрясения, распространения волн в океане и заплеска волн на сушу. Для численного моделирования распространения волн цунами в реальных акваториях реализован алгоритм на основе уравнений теории нелинейной мелкой воды.

В сотрудничестве с коллегами из ФИТ НГУ выполнено распараллеливание вычислительной технологии MOST с помощью CUDA – программно-аппаратной вычислительной архитектуры от компании NVIDIA. Отметим, что предлагаемая в рамках работы ориентация на использование современных аппаратных средств ускорения расчетов позволит избежать необходимости обращения к ресурсам ускорения суперкомпьютерных центров.

Моделирование цунами на основе MOST-CUDA и расчеты, которые осуществляются по асимптотическим формулам, на первом этапе решения прогностических задач, выстроены для решения обратной задачи на локальных участках изучаемой океанской акватории. Для каждого события (предполагаемой области источника цунами) выделяются соответствующий участок батиметрии, а также координаты цунамигенного землетрясения и координаты станций DART, которые находятся в специализированных базах данных.

На основе разработанной вычислительной методики выполнен ряд экспериментов по численному моделированию волн цунами с использованием реальных данных, в частности, для расчетов цунами, образовавшегося в результате цунамигенного землетрясения в районе побережья Коста-Рики (05.09.2012). После обработки результатов расчетов и их визуализации получены варианты изображения начальной волны в источнике цунами (рис. а, б).

Для решения прогностических задач предлагается сценарный подход. Основа этого подхода состоит в анализе ситуации и генерации рекомендаций для служб предупреждения об опасности в случае сильных цунами. В рамках сценарного подхода на основе разработанной вычислительной технологии выполняется решение прямых и обратных задач в акватории Тихого океана.

Следующим элементом вычислительной технологии является вычислительная методика комплексной обработки расчетных и на-

турных данных на основе алгоритмических средств для локального спектрального и регрессионного анализа [5].

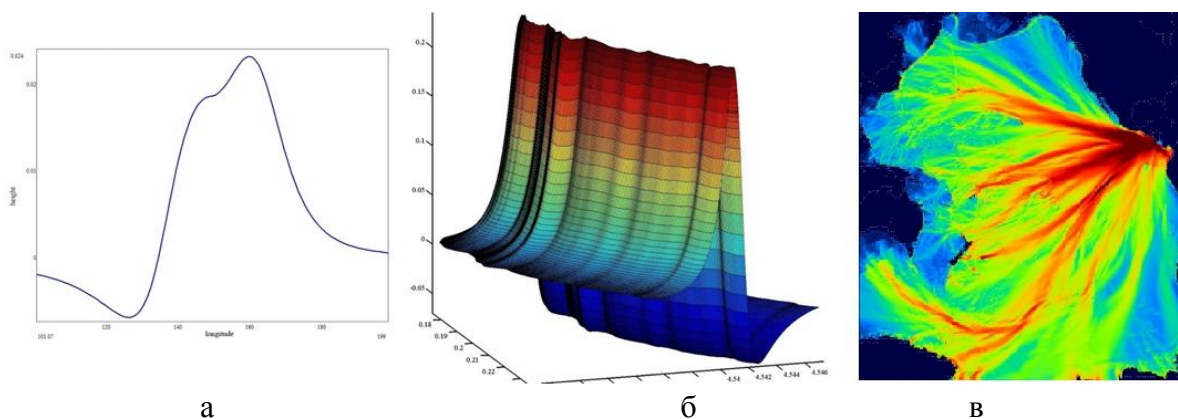


Рис. Мареограмма и трехмерный образ волны, полученные в результате численного эксперимента в ходе решения прямой задачи посредством асимптотических формул (а, б) и карта-схема распределения максимальных амплитуд (в), полученная в результате расчетов при помощи программного комплекса MOST-CUDA

На основе разработанной методики проведен ряд тестовых экспериментов по обработке данных наблюдений, полученных с регистрирующих DART-станций, а также ряд численных экспериментов по моделированию цунами от реальных событий в период времени наблюдений о цунами с 2001–2017 гг.

В итоге разработан программный комплекс для оценки опасности цунами, состоящий из модулей, объединенных между собой в единую информационно-вычислительную систему. Таким образом, усовершенствована вычислительная технология решения обратных задач гидрофизического мониторинга в рамках численного моделирования цунами и обработки натурных и экспериментальных данных.

Проведенные экспериментальные исследования для наблюдений за цунами в период с 2001 по 2017 г. в рамках разработанной вычислительной методики на основе асимптотических формул С. Ю. Доброхотова и вычислительной технологии MOST CUDA показали новые возможности для быстрого решения обратной задачи гидрофизического мониторинга, а также для решения прикладных прогностических задач.

При этом обработка и сравнительный анализ расчетных и натурных мареограмм позволяет скорректировать местоположение и форму первоначального варианта источника цунами. Данный подход предлагает вычислительную процедуру быстрой коррекции параметров

источника цунами с целью повышения точности и надежности оценки опасности цунами с применением представленного вычислительного инструментария.

### **Список литературы**

1. Мурти Т. С. Сейсмические морские волны цунами. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 342 с.

2. Asymptotic solutions of the linear shallow-water equations with localized initial data / S. Yu. Dobrokhotov, R. Nekrasov, B. Tirozzi // *Journal of Engineering Mathematics*. Moscow. 2011. № 69. P. 225–242.

3. Development of MOST for real-time tsunami forecasting. / V. V. Titov, U. Kânoğlu, C. Synolakis // *J. Waterw. Port Coast. Ocean Eng.* 2016. 142(6).

4. Modern advances in computational technologies for Tsunami defense problem / M. M. Lavrentiev, An. G. Marchuk, V. V. Titov // *Workshop on Tsunami 2007 – Wave Propagation, Theory, Numerical Approach and Data Inversion*. Keio University COE: Integrative Mathematical Science. Yokohama (Japan). 2008. P. 1–12.

5. Нелинейный регрессионный анализ и вейвлет-преобразования данных сейсмического мониторинга / К. В. Симонов, Л. Б. Чубаров, С. А. Перетокин, А. Л. Щемель // *Вычислительные технологии*. 2003. Т. 8. Ч. 3. (совм. вып., КазНУ). С. 134–138.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДАННЫХ ГЕОМОНИТОРИНГА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

**А. Э. Исмаилов\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, в.н.с. К. В. Симонов  
Сибирский федеральный университет, Институт вычислительного моделирования СО  
РАН, Россия, Красноярск*

Визуализация данных – задача, с которой сталкивается в своей работе любой исследователь. К задаче визуализации данных сводится проблема представления в наглядной форме данных эксперимента или результатов теоретического исследования. Традиционные инструменты в этой области – графики и диаграммы – плохо справляются с задачей визуализации, когда возникает необходимость изобразить более трёх взаимосвязанных величин.

**Метод главных компонент.** Как уже упоминалось, цель анализа данных – извлечение содержащейся в них информации. Задача снижения размерности набор данных – описание каждой точки данных с помощью величин, число которых меньше размерности пространства и которые являются функциями исходных координат:

$$\eta_k = F_k(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m), k = 1 \dots m', m' < m.$$

Функции  $F_k$  задают отображение  $F$  из исходного пространства  $\mathbb{R}^m$  в пространство  $\mathbb{R}^{m'}$ . Это отображение должно выбираться таким образом, чтобы на наборе данных  $X$  максимизировать определённый критерий, как-то отражающий количество сохраняемой при этом преобразовании информации. Выбирая отображение  $F$  из определённого класса отображений и критерий сохранения информации  $J$ , можно получать различные методы сокращения размерности пространства признаков.

**Метод упругих карт.** Применяется для нелинейного сокращения размерности данных. В многомерном пространстве данных располагается поверхность, которая приближает имеющиеся точки данных и при этом является по возможности не слишком изогнутой. Данные проецируются на эту поверхность и потом могут отображаться на ней, как на карте. Её можно представлять себе как упругую пла-

---

\* © Исмаилов А. Э., 2018

стину, погруженную в пространство данных и прикрепленную к точкам данных пружинками. В работе рассматривается постановка задачи информационного моделирования применительно к методу упругих карт, подчёркиваются её особенности по сравнению с методом главных компонент, а также формулируется ряд подзадач с указанием способов их решения.

**Описание программного обеспечения.** Расчеты выполнялись в рамках компьютерной программы *ViDa Expert* [1], которая имеет внутреннюю иерархию объектов. Некоторые из них соответствуют тем объектам, с которыми оперирует исследователь на практике, другие объекты являются контейнерами, содержащими и упорядочивающими объекты исследования.

В качестве примера расчета выполнена обработка большого массива данных афтершоков мощного землетрясения, произошедшего 8 сентября 2017 г. у берегов Мексики. На рис. 1 представлена статистика по афтершокам за последующие дни после основного землетрясения.

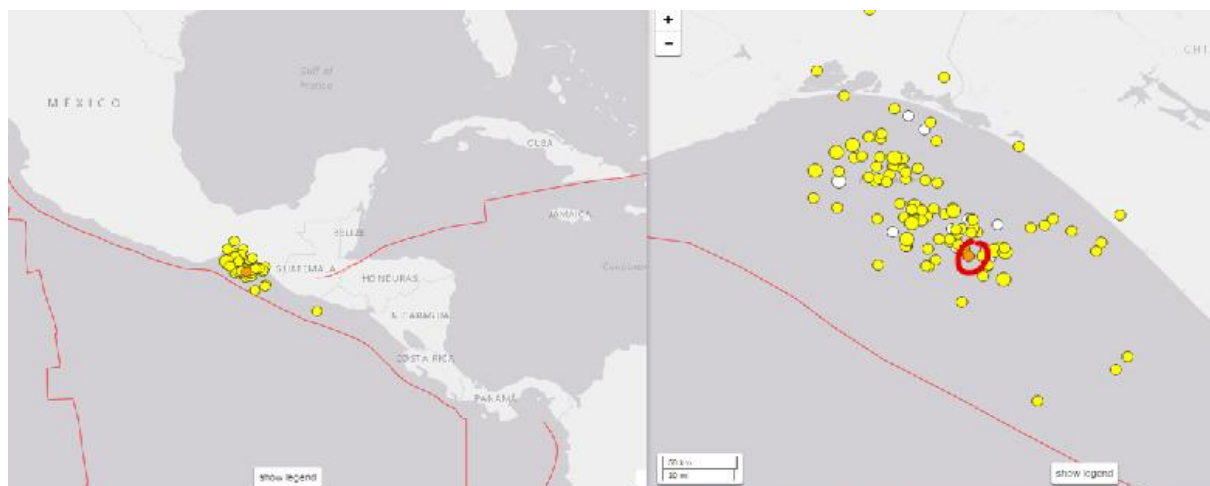


Рис. 1. Эпицентры афтершоков с 8 по 12 сентября 2017 г.

Всего за 4 дня произошло 126 толчков. Все эти данные были обработаны и импортированы непосредственно в программу, начало отсчёта 00:00 часов 8 сентября 2017 г.

**Визуализация данных.** Основной особенностью и преимуществом построения двумерных информационных моделей является возможность наглядного представления данных и ошибок описания данных моделью. Любая из построенных карт позволяет визуально анализировать распределение самих данных или погрешностей описания (рис. 2).

С помощью карты можно производить разбиение объектов на группы. Это можно делать визуально, оценивая компактность и форму имеющихся в наборе сгущений данных (рис. 3).

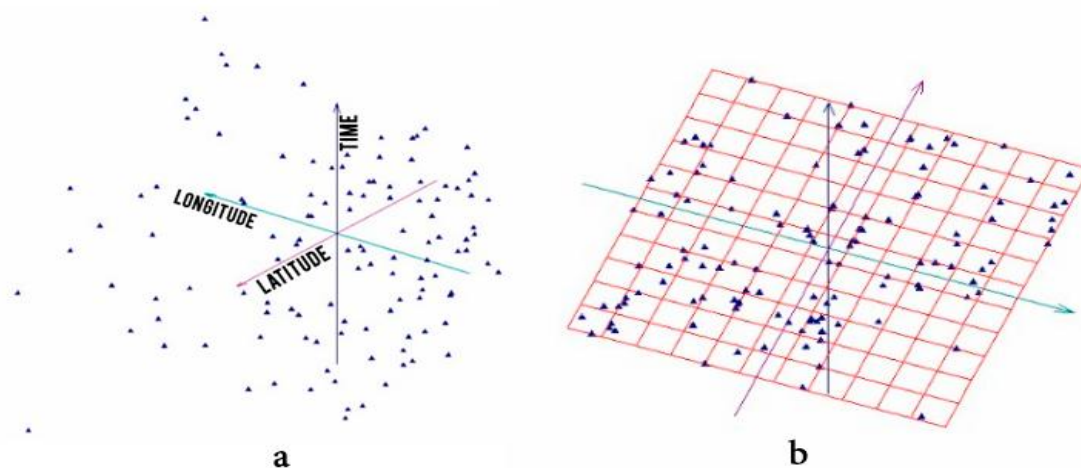


Рис. 2. Визуализация данных: а – первоначальный вид карты, б – представление массива данных в пространстве главных компонент

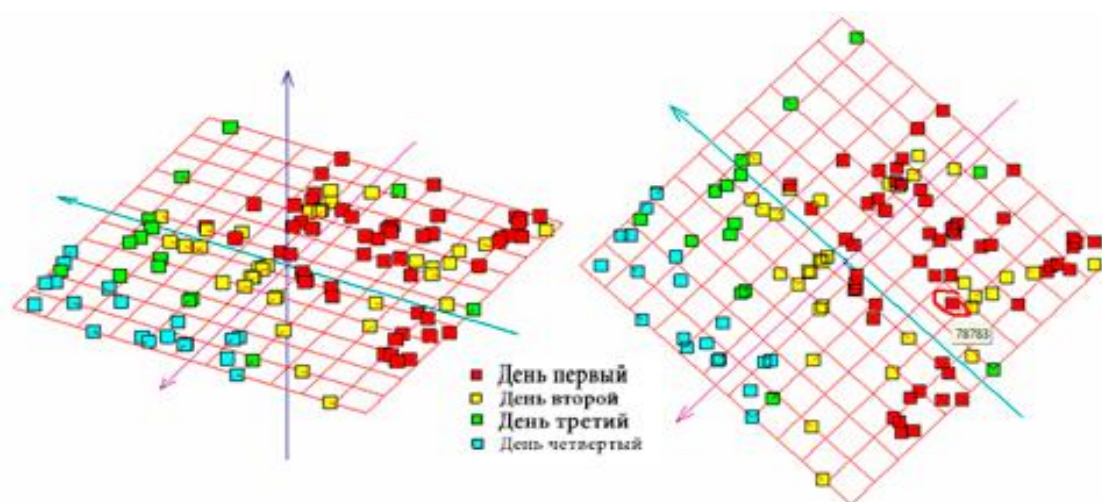


Рис. 3. Расположение массива данных на «подложке» из главных компонент, компоненты массива кодируются цветом

Если деление на группы нельзя произвести чётко, то можно использовать следующий приём. На карту накладывается двумерный непрерывный цветной спектр. В результате каждая точка получает определённый цвет, причём точки, соседние на карте, получают близкие цвета. Полученные цвета можно использовать, например, если точки данных расположить на географической карте. Тогда сходные по значению признаков точки на карте будут иметь близкие цвета (рис. 4, 5).

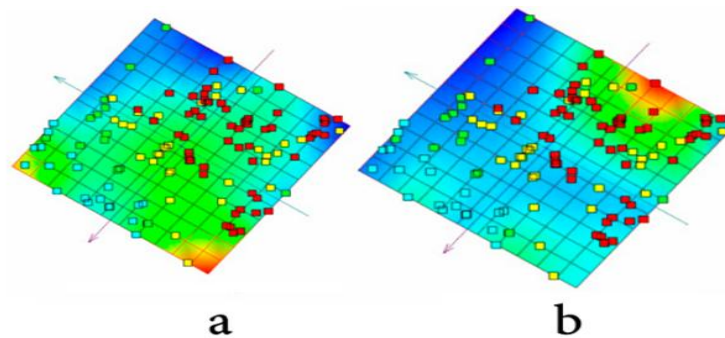


Рис. 4. Результаты информационного моделирования данных с дополнительным указанием зависимости от: а – глубины толчка; б – магнитуды

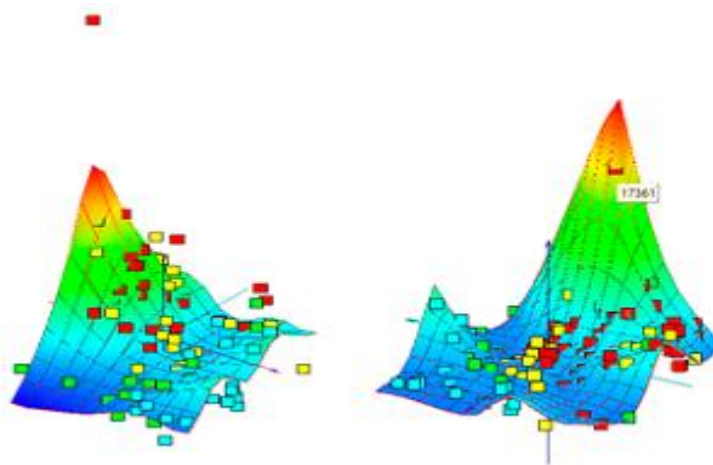


Рис. 5. Трёхмерное представление результатов информационного моделирования на основе метода упругих карт, данных по магнитуде (жесткая и мягкая упругая карта)

**Заключение.** Хорошей особенностью предлагаемых методов построения карт данных является то, что данные могут содержать пробелы – отсутствующие или недостоверные значения отдельных признаков. Такие точки данных также могут наноситься на карту. Помимо роли подложки для нанесения информации, карта служит информационной моделью данных. Такая модель может решать важную задачу заполнения в данных пробелов. Эта способность может быть использована для правдоподобного прогнозирования поведения системы в задаваемых исследователем условиях.

### Список литературы

1. Горбань А. Н., Зиновьев А. Ю., Питенко А. А. Визуализация данных методом упругих карт // Информационные технологии. 2000. № 6. С. 26–35.



## **МЕТОДИКА АНАЛИЗА ДАННЫХ ГЕОМОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

**А. С. Южакова\***

*Студент, Сибирский федеральный университет, Россия, Красноярск  
Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, в.н.с. К. В. Симонов  
Сибирский федеральный университет, Институт вычислительного моделирования  
СО РАН, Россия, Красноярск*

Исследования сильных подводных землетрясений и возникающих волн цунами активно ведутся во многих странах начиная с середины XX века. Но, несмотря на обширные накопленные знания, разработанные методики и технологии прогноза и предупреждения, оказалось невозможным предотвратить тяжелые последствия катастроф последнего десятилетия. Современное состояние знаний не позволяет достоверно прогнозировать и эффективно предотвращать негативные последствия катастрофических землетрясений, что определяет актуальность изучения этих опасных природных явлений [1, 2].

Исследование посвящено разработке элементов методики анализа данных геомониторинга процесса подготовки ожидаемого сильного землетрясения для оценки его параметров. Под методикой понимается комплекс различных вычислительных процедур обработки и анализа данных геомониторинга процесса подготовки сильных землетрясений, которые основаны на определенных моделях, описывающих основные особенности изучаемого природного процесса.

1. Феноменологическая модель «прогностического клина», построенная на последовательности форшоков для выделенной очаговой области с целью оценки основных параметров ожидаемого сильного землетрясения [3]. Одним из главных прогностических признаков является формирование закономерности – структуры в сейсмическом процессе, соответствующей известной стадии «сейсмического затишья», на которой снижается энергетический уровень регистрируемых в изучаемой области сейсмических событий (рис. 1).

Однако необходимо учитывать, что успешность оценки определяется не только выявленными закономерностями в структуре энергетических процессов, но и надежностью исходных данных:

---

\* © Южакова А. С., 2018

- энергетический процесс должен содержать магнитуды одной природы и не содержать существенных пропусков по времени;
- значения магнитуд в анализируемом процессе должно быть равноточными и не должны содержать систематических искажений.

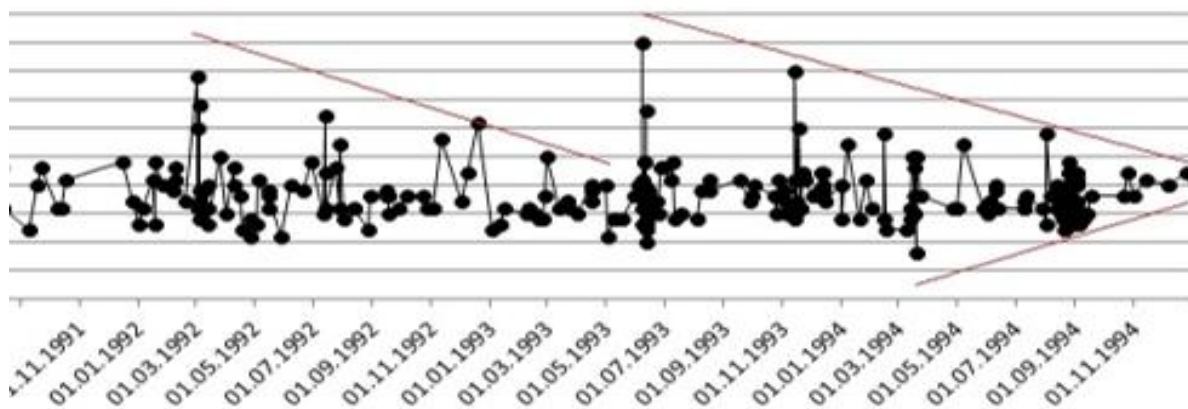


Рис. 1. Оптимальный временной промежуток для отображения прогностического клина землетрясения 13 ноября 1993 г.

2. Численная модель для предвычисления эфемерид барицентра и учет его положения для интерпретации результатов прогнозирования изучаемого сейсмического события в рамках концепции барицентра системы Земля – Луна – Солнце [3]. Для учёта положения барицентра как триггерного механизма при оценке времени возникновения ожидаемого землетрясения необходимо разработать методику расчета его координат и выполнить расчёт расстояний от барицентра до гипоцентра сильного землетрясения. Рассмотреть дополнительные факторы, которые связаны с процессом подготовки землетрясений, – влияние глобальных геодинамических факторов на сейсмическую активность.

Построение происходит в результате работы программы, где получаем параметры положения барицентра с шагом в одни сутки: широту и долготу проекции барицентра на поверхность Земли (в географических координатах) и глубину барицентра (в км) от поверхности Земли, а затем добавляем к полученным данным трехмерные координаты землетрясения (рис. 2).

3. Статистическая модель связи слабой сейсмичности и проявлений приливов, построенная на основе исследований В. А. Салтыкова [4, 5] на тему взаимосвязи земных приливов и сейсмичности. В работе [4] предложено рассмотреть воздействие приливов на слабую сейсмичность в очаговой зоне будущего сильного землетрясения,

и на примере четырех сильных камчатских землетрясений показано, что в течение нескольких лет в будущем очаге наблюдается статистическое соответствие времени возникновения слабых землетрясений фиксированным фазам некоторых приливных волн.

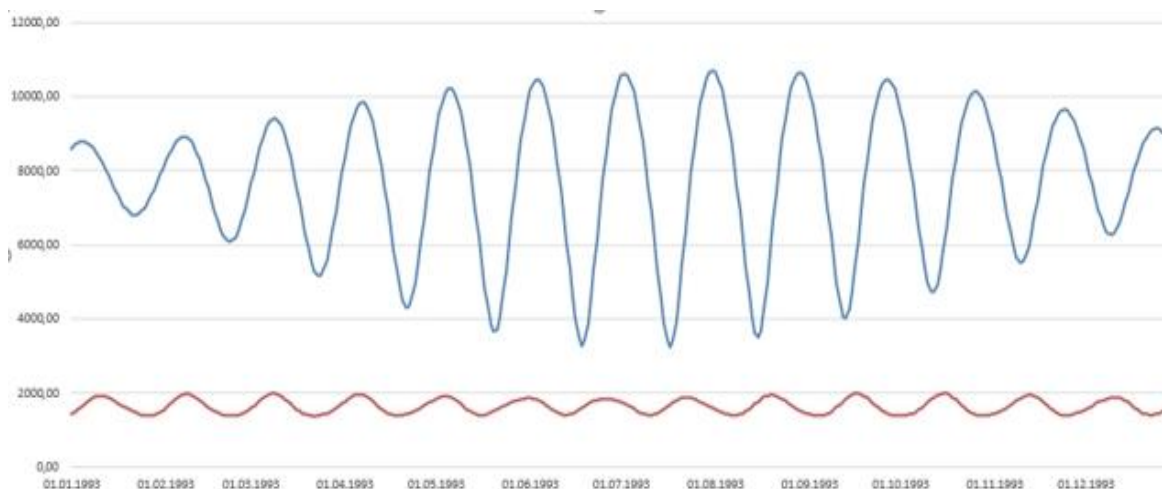


Рис. 2. График изменения глубины барицентра относительно поверхности Земли и глубины барицентра относительно координат эпицентра землетрясения 13 ноября 1993 г.

Преимущество такого подхода, когда рассматривается связь землетрясений с отдельными приливными волнами, а не с приливом в целом, состоит в том, что нет ограничения рамками какой-то определенной модели воздействия приливов, например, в работе [6] исследуется связь с горизонтальными приливными деформациями. Напротив, полученные результаты могут быть использованы для создания адекватной модели связи землетрясений с приливами.

В качестве экспериментальных исследований выполнены расчеты и получены соответствующие оценки для приливного землетрясения 13 ноября 1993 г. (Камчатка). После получения результативных данных сводной обработки по предполагаемой методике производится их визуализация в нескольких программных продуктах различных классов (gnuplot, ArcGIS). На этой компьютерной основе построены карта исследуемого землетрясения с указанием форшоков и афтершоков, а также модель прогностического клина исследуемого землетрясения и предвычисленное положение барицентра (рис. 1, 2).

Показано, что в области очага землетрясения 13 ноября 1993 г. ( $M_w = 7.0$ ) существуют зоны, в пределах которых время возникновения слабых ( $M > 2.6$ ) землетрясений соответствует определенным фазам земных приливов, размер зон сравним с размерами очага.

Выявлено также, что отклик слабой сейсмичности на воздействие различных приливных волн не одинаков. Максимум сейсмичности задерживается на величину до четверти периода относительно максимума волн приливного потенциала. Обобщая это заключение на сумму волн, можно говорить, что землетрясения происходят при положительных значениях убывающего приливного потенциала.

Полученные результаты подтверждают предположение о переменном характере влияния приливов на слабую сейсмичность. Проведенное статистическое моделирование подтвердило существование статистически значимых приливных аномалий [7].

### Список литературы

1. Ален К., Хаттон К., Кейлис-Борок В. И. и др. Долгосрочный прогноз землетрясений и автомодельность сейсмологических предвестников // Достижения и проблемы современной геофизики. М.: Наука, 1984. С. 152–165.

2. Соболев Г. А. Понамарев А. В. Физика землетрясений и предвестники. М.: Наука, 2003. 270 с.

3. Сибгатулин В. Г., Хлебопрос Р. Г., Перетокин С. А., Кабанов А. А. Экологическая и инженерная геология: синергия процессов в сейсмических очагах и краткосрочный прогноз землетрясений // Инженерная экология. 2009. № 2. С. 32–42.

4. Салтыков В. А., Сеницын В. И., Чебров В. Н. Использование высокочастотного сейсмического шума для среднеточного прогноза сильных камчатских землетрясений // Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 г. Предвестники, особенности и последствия». Петропавловск-Камчатский: изд-во КГАРФ, 1998. С. 99–106.

5. Салтыков В. А. Особенности связи высокочастотного сейсмического шума и лунно-солнечных приливов // Докл. РАН. 1995. Т. 341. № 3. С. 406–407.

6. Тюпкин Ю. С. Модулирование слабой сейсмичности приливными деформациями перед сильными землетрясениями // Вулканология и сейсмология. 2002. № 3. С. 3–10.

7. Володичев Н. Н., Подорольский А. Н., Левин Б. В., Подорольский В. А., Корреляция проявлений крупных серий землетрясений со временем фаз новолуния и полнолуния // Вулканология и сейсмология. 2001. № 1. С. 60–67.

Научное издание

## **Проспект Свободный – 2018**

Материалы Международной конференции молодых ученых

Красноярск, 23–27 апреля 2018 г.

Корректор З. В. Малькова  
Компьютерная верстка И. В. Гревцовой

Подписано в печать 15.06.2018. Печать плоская  
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,75  
Тираж 100 экз. Заказ № 5668

Библиотечно-издательский комплекс  
Сибирского федерального университета  
660041, Красноярск, пр. Свободный, 82а  
Тел. (391) 206–26–67; <http://bik.sfu-kras.ru>  
E-mail: [publishing\\_house@sfu-kras.ru](mailto:publishing_house@sfu-kras.ru)