

*Журнал «Научное обозрение.
Технические науки»
зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-57440
ISSN 2500-0799*

*Учредитель, издательство и редакция:
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
Почтовый адрес: 105037, г. Москва, а/я 47
Адрес редакции: 410056, Саратовская область,
г. Саратов, ул. им. Чапаева В.И., д. 56*

**Founder, publisher and edition:
LLC SPC Academy of Natural History,
Post address: 105037, Moscow, p.o. box 47
Editorial address: 410056, Saratov region,
Saratov, V.I. Chapaev Street, 56**

*Подписано в печать 28.08.2020
Дата выхода номера 29.09.2020
Формат 60×90 1/8*

*Типография
ООО НИЦ «Академия Естествознания»,
410035, Саратовская область,
г. Саратов, ул. Мамонтовой, д. 5*

**Signed in print 28.08.2020
Release date 29.09.2020
Format 60×90 8.1**

**Typography
LLC SPC «Academy Of Natural History»
410035, Russia, Saratov region,
Saratov, 5 Mamontovoi str.**

*Технический редактор Байгузова Л.М.
Корректор Галенкина Е.С., Дудкина Н.А.*

*Тираж 1000 экз.
Распространение по свободной цене
Заказ НО 2020/4
© ООО НИЦ «Академия Естествознания»*

Журнал «НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ» выходил с 1894 по 1903 год в издательстве П.П. Сойкина. Главным редактором журнала был Михаил Михайлович Филиппов. В журнале публиковались работы Ленина, Плеханова, Циолковского, Менделеева, Бехтерева, Лесгафта и др.

Journal «Scientific Review» published from 1894 to 1903. P.P. Soykin was the publisher. Mikhail Filippov was the Editor in Chief. The journal published works of Lenin, Plekhanov, Tsiolkovsky, Mendeleev, Bekhterev, Lesgaft etc.



М.М. Филиппов (M.M. Philippov)

С 2014 года издание журнала возобновлено
Академией Естествознания

**From 2014 edition of the journal resumed
by Academy of Natural History**

Главный редактор: М.Ю. Ледванов
Editor in Chief: M.Yu. Ledvanov

Редакционная коллегия (Editorial Board)

А.Н. Курзанов (A.N. Kurzanov)

Н.Ю. Стукова (N.Yu. Stukova)

М.Н. Бизенкова (M.N. Bizenkova)

Н.Е. Старчикова (N.E. Starchikova)

Т.В. Шнуровозова (T.V. Shnurovozova)

НАУЧНОЕ ОБОЗРЕНИЕ • ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

SCIENTIFIC REVIEW • TECHNICAL SCIENCES

www.science-education.ru

2020 г.



***В журнале представлены научные обзоры,
статьи проблемного
и научно-практического характера***

The issue contains scientific reviews,
problem and practical scientific articles

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки (05.09.00, 05.11.00, 05.13.00)

СТАТЬИ

КВАНТОВЫЙ ХАКИНГ: АТАКИ НА ЛИНИИ СВЯЗИ

Белера Р.А., Деев Д.Д., Смирнов И.А., Короченцев Д.А., Черкесова Л.В. 7

РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА
«КАЛЬКУЛЯТОР ДЛЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ КЛИНИКИ»

Бужинская Н.В., Ведерников Н.А. 14

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОДОГРЕВ АККУМУЛЯТОРОВ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Бухтояров И.В., Бухтояров В.Ф. 19

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PRETTIER И GIT HOOKS ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ
КУЛЬТУРЫ КОДА В TYPESCRIPT-ПРОЕКТЕ

Вахрамов С.В., Мусин А.М., Ризванов Д.А., Хамитов М.А. 24

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «АГРЕГАТОР СКИДОК
НА ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ»

Елгундинова К.С., Шибеева И.Ю. 29

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОДАЖИ БИЛЕТОВ НА ФУТБОЛ
С ПОМОЩЬЮ ДИАГРАММЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Журавлев А.А., Аксенов К.А. 35

АНАЛИЗ МАССИВОВ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БИБЛИОТЕКИ PANDAS ДЛЯ PYTHON

Ильичев В.Ю., Юрик Е.А. 41

ПОДБОР ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТАННОЙ
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОСНОВАННОЙ
НА АНАЛИЗЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТИ

Крюкова Я.Э., Белов Ю.С. 46

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА АИС «АССИСТЕНТ»
ДЛЯ НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА

Репьев Е.Д. 52

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА
«ЛИЧНЫЙ БЛОКНОТ ДЛЯ ЗАПИСИ МЫСЛЕЙ»

Слепов В.А. 58

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИИ
ВЫБРАННЫХ WEB-РЕСУРСОВ

Шевченко А.С., Абрамова О.Ф. 64

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОКРУЖНОСТЕЙ АПОЛЛОНИЯ ПРИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ
МОДЕЛИРОВАНИИ МЕТОДА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СБЛИЖЕНИЯ НА ПЛОСКОСТИ

Нефедова В.А., Дубанов А.А. 70

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ИНТЕРАКТИВНОМУ
КОНСТРУКТОРУ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ

Васева Е.С., Совцов А.А. 76

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
С ПОМОЩЬЮ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ

Горлов А.А. 81

CONTENTS

Technical sciences (05.09.00, 05.11.00, 05.13.00)

ARTICLES

QUANTUM HACKING: ATTACKS ON COMMUNICATION LINES

Belera R.A., Deev D.D., Smirnov I.A., Korochentsev D.A., Cherkesova L.V. 7

DEVELOPMENT OF A USER INTERFACE FOR THE SOFTWARE PRODUCT «CALCULATOR FOR VETERINARY CLINIC»

Buzhinskaya N.V., Vedernikov N.A. 14

AUTOMATIC BATTERY HEATING IN WINTER

Bukhtoyarov I.V., Bukhtoyarov V.F. 19

USE OF PRETTIER AND GIT HOOKS FOR PERFORMING AUTOMATIC CODE-STYLE EDITING IN A TYPESCRIPT PROJECT

Vakhramov S.V., Musin A.M., Rizvanov D.A., Khamitov M.A. 24

DESIGNING THE MOBILE APPLICATION «DISCOUNT AGGREGATOR FOR PRINTED PUBLICATIONS»

Elgundinova K.S., Shibaeva I.Yu. 29

FOOTBALL TICKET SALES SYSTEM DESCRIPTION USING A USECASE DIAGRAM

Zhuravlev A.A., Aksenov K.A. 35

ANALYSIS OF DATA ARRAYS USING THE PANDAS LIBRARY FOR PYTHON

Ilichev V.Yu., Yurik E.A. 41

SELECTION OF VALUES OF PARAMETERS OF THE DESIGNED RECOMMENDED SYSTEM BASED ON ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF USERS ON THE NETWORK

Kryukova Ya.E., Belov Yu.S. 46

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE PRODUCT AIS «ASSISTANT» FOR THE NIZHNY TAGIL TRADE AND ECONOMIC COLLEGE

Repiev E.D. 52

DESIGN AND DEVELOPMENT OF THE PROGRAM PRODUCT «PERSONAL BLOCK FOR RECORDING THOUGHTS»

Slepov V.A. 58

RESEARCHING PROBLEMS AND DEVELOPING AN AUTOMATED SOLUTION IN THE FIELD OF MONITORING INFORMATION OF SELECTED WEB RESOURCES

Shevchenko A.S., Abramova O.F. 64

VISUALIZATION OF APOLLONIUM CIRCLES IN GEOMETRIC MODELING
OF PARALLEL APPROACH METHOD ON PLANE

Nefedova V.A., Dubanov A.A. 70

FORMATION OF FUNCTIONAL REQUIREMENTS
FOR INTERACTIVE VIDEO DESIGNER

Vaseva E.S., Sovtsov A.A. 76

LONG-TERM OCEANOLOGICAL RESEARCH USING AUTONOMOUS
UNMANNED UNDERWATER VEHICLES

Gorlov A.A. 81

СТАТЬИ

УДК 004.056.53

КВАНТОВЫЙ ХАКИНГ: АТАКИ НА ЛИНИИ СВЯЗИ

Белера Р.А., Деев Д.Д., Смирнов И.А., Короченцев Д.А., Черкесова Л.В.
 ГОУ ВПО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону,
 e-mail: chia2002@inbox.ru

В статье рассмотрены вопросы надежности квантовой криптографии, необходимость её использования в современных линиях связи, её преимущества и недостатки при практическом применении. Проанализированы аппаратные возможности современных квантовых линий связи, вопросы их технических характеристик, видов применяемых квантовых протоколов и эффективности систем защиты информации. С развитием информационных технологий и вычислительных способностей техники новых поколений (квантовых компьютеров) математические криптографические алгоритмы с течением времени устаревают. Утверждения, что тот или иной канал связи полностью безопасен, как представляется авторам, несостоятельны – рано или поздно он будет взломан. Исследована сама возможность кибератак на квантовые линии связи, и выявлено не менее 20 видов возможных атак, основанных на несовершенстве аппаратуры. Несомненно, что сегодня не существует абсолютно надёжной и защищённой криптосистемы и/или линии связи, как не квантовой, так и квантовой, и пока не представляется возможным реализовать её на практике из-за существования многочисленных уязвимостей. Достаточно квалифицированный хакер сможет использовать эти уязвимости для осуществления своих целей с помощью квантового хакинга – взлома, похищения и/или уничтожения информации, передаваемой в квантовых линиях связи. Количество возможных квантовых атак с течением времени будет только увеличиваться. При разработке системы сертификации для квантовой криптографии проблемой является тот факт, что в теории – квантовая криптография является надёжной и принципиально невзламываемой, но на практике квантовые системы связи далеко не идеальны. Любые системы делают люди – обычные работники, которые должны выполнить свой план, и при этом уложиться в установленные сроки. И это создаёт огромное количество дыр и уязвимостей в реализации, отличий между задуманной идеальной системой и её несовершенной в техническом отношении практической реализацией. Всё это вместе и является питательной средой для злоумышленника – для осуществления квантового хакинга.

Ключевые слова: квантовые линии связи, неопределённости Гейзенберга, квантовые протоколы, аппаратура квантовой связи, квантовый хакинг, аппаратные атаки, уязвимости линии связи

QUANTUM HACKING: ATTACKS ON COMMUNICATION LINES

Belera R.A., Deev D.D., Smirnov I.A., Korochentsev D.A., Cherkesova L.V.
 Don State Technical University, Rostov-on-Don, e-mail: chia2002@inbox.ru

The article discusses the reliability of quantum cryptography, the need for its use in modern communication lines, its benefits and downsides in the application in practice. The hardware capabilities of modern quantum communication lines, their technical characteristics, types of quantum protocols used, and the effectiveness of information security systems are analyzed. With development of information technologies and computing capabilities of new technology generations (quantum computers), mathematical cryptographic algorithms, over time, become obsolete. Claims that a particular communication channel is completely secure, as it seems to the authors, are untenable – sooner or later it will be hacked. The possibility of cyberattacks on quantum communication lines has been investigated, and at least 20 types of possible attacks based on hardware imperfections have been detected. Apparently, that today there is no absolutely reliable and secure cryptosystem and/or communication line, both non-quantum and quantum, and it is not yet possible to implement it in practice because of presence of many vulnerabilities. Sufficiently skilled hacker will be able to use these vulnerabilities to achieve their goals through quantum hacking – stealing and/or destroying information transmitted in quantum communication lines. The number of possible quantum attacks will only increase over time. When developing certification system for quantum cryptography, the problem is that in theory quantum cryptography is reliable and unbreakable in principle, but in practice, quantum communication systems are far from ideal. Any systems are made by people – the ordinary workers who must fulfill their plan, and at the same time meet the deadlines. It creates a huge number of holes and vulnerabilities in the implementation, differences between the conceived ideal system and its technically imperfect practical implementation. All this together is breeding ground for an attacker – for quantum hacking.

Keywords: quantum communication lines, Heisenberg uncertainties, quantum protocols, quantum communication equipment, quantum hacking, hardware attacks, communication line vulnerabilities

Развитие квантовых технологий является одним из основных направлений в современном IT-мире. Исследователи всего мира тестируют системы квантовой связи, использующие протоколы квантовой криптографии. Их особенность заключается в том, что в идеале невозможно перехватить информацию, передаваемую через квантовый канал связи. Главная идея квантовой криптографии – передавать информацию так,

чтобы ее нельзя было перехватить, даже в принципе. И сразу появляются резонные вопросы: какими характеристиками должна обладать квантовая линия связи, какие квантовые протоколы будут применяться, насколько они эффективны для защиты информации, какова скорость передачи данных, каково максимальное расстояние при передаче информации, каков должен быть уровень защищенности и безопасности ка-

нала связи, какой должен применяться алгоритм шифрования?

Сегодня можно сказать, что квантовые криптографические протоколы не будут слишком сложными, т.к. злоумышленник всё равно не сможет их расшифровать, не обладая достаточно высокими вычислительными мощностями. Современные классические суперкомпьютеры имеют вычислительные мощности, несопоставимые с квантовыми, не говоря уже о персональных гаджетах. Постоянно разрабатываются и совершенствуются новые квантовые вычислительные системы, протоколы и алгоритмы передачи данных, практически не подверженные криптоанализу.

Цель исследования: главный вопрос состоит в том, как передавать информацию уже сейчас, применяя не пока ещё не разработанную идеальную систему квантовой связи, а реально существующие физические линии – т.е. чем идеальная теория отличается от реальной практики? В настоящее время для передачи данных используются беспроводные и волоконно-оптические линии связи (ВОЛС). По дороге к адресату фотон может подвергнуться воздействию многих факторов, способных его уничтожить. Вопрос о надежности квантовой криптографии и о реальной возможности квантового хакинга очень актуален и является целью нашего исследования.

Материалы и методы исследования

Хакинг связан с внесением изменений в программное обеспечение для достижения целей, отличающихся от целей создателей программ. Такие изменения являются вредоносными. Злоумышленником, занимающимся хакингом, может быть кто угодно, но зачастую хакеры – это весьма квалифицированные программисты и тестировщики программного и аппаратного обеспечения, способные применить свои профессиональные навыки для добычи или перехвата интересующей их информации. Утверждения, что тот или иной канал связи или метод шифрования данных полностью безопасен, безосновательны, всё равно он рано или поздно будет взломан. Развиваются информационные технологии, растут вычислительные способности, а математические криптографические алгоритмы с течением времени устаревают. Информацию, зашифрованную алгоритмами классической криптографии, всегда можно скопировать и сохранить на будущее, а когда система шифрования будет взломана, ранее сохранённую информацию можно будет прочитать «задним числом» [1].

Это нежелательно для многих категорий тайн – государственных, правительствен-

ных, военных, коммерческих, медицинских, банковских, конфиденциальных, – разоблачение которых может привести к нежелательному резонансу и катастрофическим последствиям.

Надежность алгоритмов квантовой криптографии обеспечена действием принципа неопределённости Гейзенберга. Этот принцип гласит, что в одно и то же время с большой точностью определить координаты и скорость квантовой частицы нельзя [2]. Определение принципа неопределённости таково:

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2},$$

где Δx – это среднеквадратичное отклонение координаты, Δp – среднеквадратичное отклонение импульса; $\hbar$ – приведённая постоянная Планка, которая равна $1,054571800 (13) \times 10^{-34}$ Дж·с = $6,582119514 (40) \times 10^{-16}$ эВ·с.

В нерелятивистской физике это неравенство показывает, квантовая частица может иметь такое состояние, что значение x можно измерить с какой угодно высокой точностью, но в этом случае значение p будет известно приблизительно, или наоборот. Во всех иных состояниях x и p можно измерить с вполне приемлемой точностью. Если неравенство рассматривать со стороны релятивистской физики, то в системе отсчёта, созданной применительно к самому микрообъекту, для нахождения его координат имеется наименьшая элементарная

погрешность: $\Delta q \sim \frac{\hbar}{mc}$. Ей соответствует неопределённость, связанная с импульсом $\Delta q \sim mc$, отвечающая наименьшей пороговой энергии, необходимой для образования *пары частица – античастица*. В итоге всех этих действий обнаруживается, что проведённые измерения потеряли всякий смысл [3].

В той системе координат, в которой рассматриваемый микрообъект движется с пороговым значением энергии $\Delta q \sim mc$, наименьшая погрешность измерения его координат равна: $\Delta q \sim \frac{\hbar c}{\epsilon}$.

В случае ультрарелятивистских энергий, в пределе, импульс соотносится с энергией квантовой частицы выражениями $\epsilon = cp$ и $\Delta q \sim \frac{\hbar}{p}$. Это значит,

что погрешность (ошибка) измерения координат оказывается близкой к величине длины волны микрообъекта, описанной Де Бройлем [3]. В выражениях для неопределённостей равенство получается в том случае, если «форма представления вектора состояния системы в координатном пред-

ставлении совпадает с формой его представления в импульсном представлении» [2; 3].

Данная неопределенность применима к квантовым технологиям так: если есть движущаяся частица, то можно измерить положение этой частицы в пространстве, но при этом теряется информация о её скорости. Однако можно вычислить положение частицы в пространстве и после измерения её скорости, но при этом возможно будет получить только случайное значение. На такие пары квантовых свойств, которые невозможно измерить одновременно, и кодируются биты в квантовой криптографии. Для этого случайным образом выбирается, какое из свойств использовать для кодирования информации. Выбор неизвестен злоумышленнику, и он, в идеале, не сможет прочесть информацию, а если, гипотетически, сможет, то только с ошибками, делающими невозможным понимание смысла информации.

Надежность квантового шифрования на данный момент считается очень высокой. Сегодня в мире широко применяются симметричные и асимметричные криптографические алгоритмы. Практически на все виды алгоритмов существуют атаки, и одним из основательных решений для сохранения устойчивости информации является увеличение размерности ключа.

Сегодня считается, что размерности ключа от 128 бит считаются надежными, однако для информации, содержащей государственную тайну, требуются ключи 192 и 256 бит, как в американском шифре AES или российском «Кузнечике». Это связано с тем фактом, что у злоумышленников не хватит вычислительных мощностей для перебора всех вариантов для взлома информации. С развитием технологий это кажется

сомнительным и не даёт 100 % гарантии, что эта информация сохранится в тайне и будет надежно защищена [4]. К примеру, шифр RSA в 1976 г. с кодированием в 425 бит считался абсолютно надежным, и для его расшифрования, по мнению авторов, понадобилось бы 40 квадриллионов лет. Но спустя 15 лет, в 1993 г., был запущен проект распределённых вычислений, который координировался через электронную почту, связанный с нахождением сомножителей числа RSA-129. Чтобы решить эту головоломную задачу, почти 600 волонтеров из двадцати стран всего земного шара более чем полгода отдавали своё машинное время 1600 компьютеров, но расшифровали сообщение, за которое авторы 15 лет назад объявили награду в 100\$ [5].

Сегодня ключи RSA имеют размерности более 2048 бит, и это, скорее всего, не предел.

Квантовая криптография и квантовые линии связи сегодня являются ответом на многие вызовы, стоящие перед современной кибербезопасностью информационных систем.

Этапы передачи сигнала в квантовой криптографии представлены на рис. 1. С помощью лазерного диода генерируются импульсы света, которые впоследствии затухают на уровне фотонов. Затем они через атмосферную оптическую линию связи (АОЛС) передаются получателю, где идентифицируются в течение заданных промежутков времени. Передатчик генерирует синхроимпульсы с периодом времени T ; импульсы света уменьшаются на уровне фотонов; затем однофотонный детектор активируется электрическими импульсами, которые и появляются на выходе такого однофотонного детектора [6].

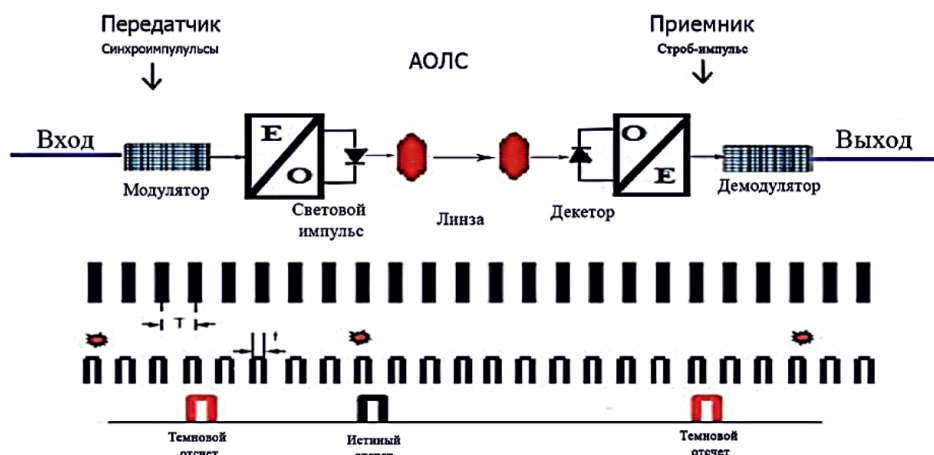


Рис. 1. Этапы передачи сигнала в квантовой криптографии

Отсчёты однофотонного детектора (темновые показания) возникают самопроизвольно и являются, по существу, паразитным сигналом. Однако его нужно принимать в расчёт при работе с системами квантовой криптографии, так как эти сигналы могут послужить причиной значительного искажения сигнала. Исследования проводятся в области разработки новых алгоритмов и протоколов квантовой криптографии, обладающих устойчивостью к квантовым алгоритмам. Такие протоколы можно разделить на две категории, показанные на рис. 2 [6].

Первая категория содержит квантово-криптографические протоколы, которые основаны на кодировании квантового состояния одиночной частицы. Они опираются на принцип невозможности различить два неортогональных квантовых состояния.

Вторая категория протоколов базируется на *перепутанных квантовых состояниях*. При этом контролируется, выполняется ли неравенство Белла и другие основные квантовые соотношения.

Известен квантовый протокол на перепутанных квантовых состояниях (на эф-

фекте запутывания) А. Экрта EPR (в честь А. Эйнштейна, Б. Подольского и Н. Розена) E91.

Особая категория протоколов базируется на кодировании данных в квадратурных амплитудах, в состоянии квантованного электромагнитного поля.

Базовый протокол квантовой криптографии, основанный на состояниях одной частицы – BB84 (в честь Ч. Беннета и Ж. Брасара), использует два или три независимых базиса, состоящих из парных ортогональных состояний, выполняющих условие: квадрат модуля скалярного произведения состояний из разных базисов равен обратной размерности гильбертова пространства:

$$|\langle \omega_i | \phi_j \rangle|^2 = 1/D,$$

для состояний из одного базиса скалярное произведение равно нулю:

$$\langle \omega_i | \omega_j \rangle = 0 \quad (i, j = 1, 2).$$

Можно составить независимые базисы, образованные парами ортогональных векторов поляризации, кодируя в поляризационных степенях свободы электромагнитного поля:

$$(|\uparrow\rangle \equiv |V\rangle, |\leftrightarrow\rangle \equiv |H\rangle) \text{ вычислительный,}$$

$$|L\rangle \equiv \frac{1}{\sqrt{2}} \{|H\rangle B |V\rangle\}, |R\rangle \equiv \frac{1}{\sqrt{2}} \{|H\rangle B |V\rangle\} \text{ диагональный,}$$

$$|L\rangle \equiv \frac{1}{\sqrt{2}} \{|H\rangle + i|V\rangle\}, |R\rangle \equiv \frac{1}{\sqrt{2}} \{|H\rangle - i|V\rangle\} \text{ циркулярный [6].}$$

Использование квантового криптографического протокола распределения ключей BB84 или B92 (в честь Ч. Беннета) способно надежно защитить информацию.

Схема его работы представлен на рис. 3.



Рис. 2. Классификация протоколов квантовой криптографии

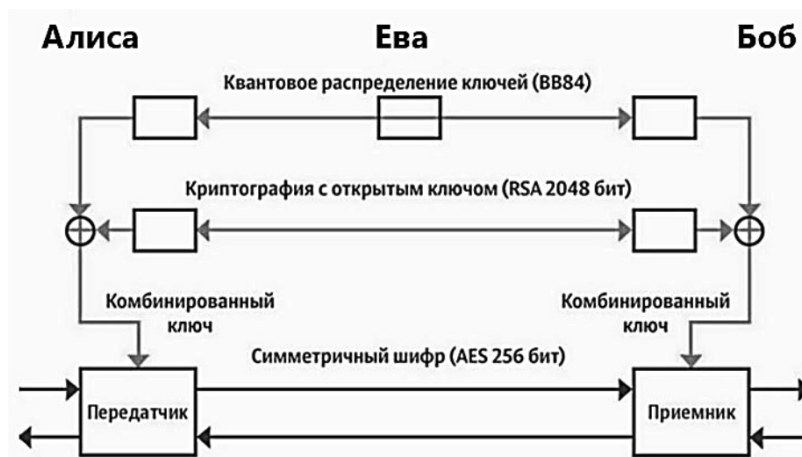


Рис. 3. Схема применения квантового алгоритма распределения ключей

Однако нельзя быть уверенными в том, что протоколы квантовой криптографии абсолютно безопасны и не могут быть подвержены кибератакам. К настоящему времени известны возможные атаки на квантовый протокол BB84 [6; 7]: для случая однофотонных сигналов (некогерентные, когерентные атаки); разделения числа фотонов. Криптографическая стойкость квантового протокола B92 основана на том факте, что при попытке измерить состояние фотона с помощью Евы возникает ошибка в другом, неортогональном состоянии. Однако существует идея атаки PNS (Photon–Number–Splitting Attack, атака разделения числа фотонов), основанной на том факте, что квантовый протокол может быть реализован на не уникальных фотонах. Возможность передачи ключа несколькими, а не только одним, фотонами открывает перспективу взлома квантовых сетей с помощью этой атаки, так как в этом случае становится возможным выбрать часть квантов из квантового канала связи, достаточную для измерения поляризации этого луча Евой. Одним из методов борьбы с этой пока неактуальной, но очевидной угрозой является снижение до возможного минимума мощности излучения, что, в свою очередь, затрудняет передачу данных на большие расстояния из-за ослабления сигнала в оптоволокне. Для борьбы с этой угрозой разработан новый трёхуровневый протокол (Decoy State Protocol), использующий маломощный детектор, разработанный NIST [4].

Создаются и совершенствуются квантовые системы шифрования и протоколы, которые являются самыми мощными на сегодняшний день, однако есть проблема с безопасностью квантовых линий связи. Сегодня выявлено около 20 видов атак на

квантовые каналы связи, проблема так и не решена. При атаке на конкретный канал используются несовершенства, огрехи и неидеальности в оптических аппаратных компонентах. Любая квантовая атака требует подключения к оптической линии связи, где перегоняются фотоны. Рассмотрим некоторые виды квантовых атак.

1. *Атака с помощью светоделиителя* – основана на методе сканирования и разделения импульсов на две составляющие, и анализе каждой из частей в одном из двух базисов [7].

2. *Атака «Квантовый троян»* – основана на сканировании импульса с помощью оптического мультиплексора по направлению к отправителю или получателю. Импульс разделяется на две составляющие, для синхронизации детектирования, и передаётся на схему декодирования. Искажения пересылаемых фотонов при этом не наблюдаются. Ева испускает сигналы, которые поступают на станции Алисы и Боба через квантовый канал. Она может послать лазерные импульсы в оптоволокно, которое соединяет станции А и Б, и проанализировать отраженный свет. Можно узнать, как и когда стрелял настоящий лазер, когда открывался счётчик фотонов, как настроены фазовые модуляторы или светоделиители, и пр. Поэтому любые неоднородности в оптических трактах передатчика и приёмника должны быть сведены к минимуму [7].

3. *Когерентные атаки*, которые базируются на тактике ретрансляции. Предполагается, что Ева производит измерение после полного завершения открытого сеанса связи между Алисой и Бобом. Этот сеанс включает не только обсуждение базисов, но и выполнение протоколов коррекции ошибок и усиления секретности. При более

реалистичных индивидуальных атаках считается, что Ева ждет только окончания процедуры сравнения базисов. После проведения всех измерений Ева сможет отправлять Бобу «псевдофотоны в уже измеренных состояниях» [4].

4. *Некогерентные атаки*, принцип которых заключается в перехвате и перепутывании фотонов отправителя с набором пересылаемых отдельных фотонов. Состояние группы измеряется, и изменённые данные пересылаются получателю [8]. Ева создает вспомогательные частицы (образцы, пробы) и выполняет взаимодействие созданных проб со всеми кубитами, пересылаемыми от Алисы к Бобу, после чего последовательно измеряет все свои пробы. В этом виде некогерентных атак предполагается, что Ева ждет только окончания процедуры сравнения базисов и не дожидается окончания процедур коррекции ошибок и усиления секретности. Индивидуальные атаки имеют важную особенность – они могут быть рассмотрены классическими методами. Это означает, что Алиса, Боб и Ева обладают некой классической информацией в виде случайных величин α , β , ϵ , и что законы квантовой механики позволяют рассматривать совместное распределение вероятностей $P(\alpha, \beta, \epsilon)$ [8].

5. *Атака с ослеплением лавинных фотодетекторов*, разработанная В. Макаровым, позволяет хакеру добыть секретный ключ таким образом, что этого перехвата получатель даже не заметит. Для получения ключа однофотонный детектор адресата–получателя ослепляется (засвечивается) лазерным лучом. В этот момент хакер осуществляет перехват сигнала, посланного отправителем. Квантовый детектор получателя, ослеплённый лазером, переходит в режим работы обычного детектора, и при этом даёт «1» под влиянием мощного светового импульса, независимо от квантовых свойств самого импульса.

В такой ситуации хакер, получив «1», может послать на детектор получателя–адресата импульс света. Тот посчитает, что получил этот сигнал от своего адресата. Так, злоумышленник может послать получателю обычный сигнал вместо квантового и, таким образом, перехватить полученные от отправителя данные, оставаясь незамеченным [4].

6. *Атака с разделением фотонов* состоит в том, что в импульсе выявляется не один фотон, а несколько. Затем происходит перемещение одного фотона и его перепутывание с пробой (рис. 4). Неповреждённая часть данных пересылается получателю, а хакер находит значение пересланного кубита и при этом не вносит ошибок в «просеянный ключ» [8].

7. *Спектральная атака*. В том случае, когда испускаемые фотоны созданы четырьмя различными фотодиодами, у них будут наблюдаться различные спектральные характеристики. Хакер может измерить цвет фотона, но не его поляризацию [4].

8. *Атака на псевдослучайные числа*. Если отправитель использует квантовый генератор псевдослучайных чисел, то хакер может подобрать и применить тот же алгоритм формирования последовательности ПСЧ и получить настоящую последовательность битов [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Возникают новые идеи и воплощаются новые алгоритмы и детекторы, стойкие ко многим видам атак. Взломать квантовую криптографию «задним числом» невозможно, и найденные дыры в реализациях не влияют на защищённость уже переданных данных. Зависит ли взломоустойчивость квантовой криптосистемы от её реализации? Скорее да, так как разработаны взломоустойчивые устройство-независимые системы [1].

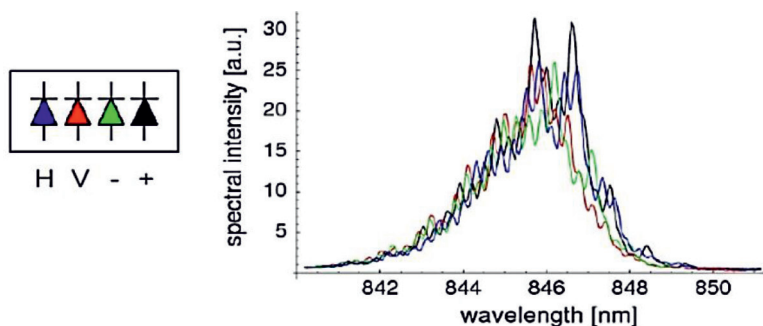


Рис. 4. Схема применения квантового алгоритма распределения ключей

Заключение

Сегодня не существует абсолютно надёжной и защищенной криптосистемы и/или линии связи, как неклассической, так и квантовой, и пока не представляется возможным реализовать её на практике из-за существования многочисленных уязвимостей [9]. Любая новая технология, в том числе и квантовая криптография, имеет как свои преимущества, так и свои недочёты – уязвимости, которые квалифицированный хакер сможет использовать в своих целях.

Список литературы

1. Макаров В.В. Все важные секреты перестанут быть секретами в будущем // Российский Квантовый Центр // Хайтек. 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.ru/news/story/Vse_vazhnye_sekretы_perestanut_byt_sekretami_v_budushhem_Vadim_Makarov_RKC_o_kvantovoj_kriptografii_dyakh_v_sistemakh_i_atakakh_na_sputniki--a4f5008ffb5a29670102fba192f72517?lang=ru (дата обращения: 09.05.2020).
2. Принцип неопределённости Гейзенберга // Элементы. Физика. 200 законов мироздания. 2020. [Электронный ресурс]. URL: https://elementy.ru/trefil/21096/Printsip_neopredelennosti_Geyzenberga (дата обращения: 09.05.2020).
3. Принцип неопределённости // Википедия. Свободная энциклопедия. 2020. [Электронный ресурс]. URL: ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF_%D0%BD%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8 (дата обращения: 09.05.2020).

4. Действительно ли надёжна квантовая криптография? // Хабр. Блог компании Toshiba. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/company/toshibarus/blog/444502/> (дата обращения: 09.05.2020).

5. RSA // Википедия. Свободная энциклопедия. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RSA> (дата обращения: 09.05.2020).

6. Актаева А.У., Байкенов А.А., Галиева Н.Г., Асанова К., Байман Г., Шатенова Г. Квантовая информация: методы защиты информации // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. №2. [Электронный ресурс]. URL: <http://sitito.cs.msu.ru/index.php/SITITO/article/view/21/32> (дата обращения: 09.05.2020).

7. Серикова Ю.И., Малыгина Е.А. Уязвимости криптографических систем с различными протоколами квантового распределения ключа и ключевая роль биометрии в квантовой криптографии // Universum: технические науки. 2017. № 11 (44). [Электронный ресурс]. URL: [https://docs.google.com/viewer?url=http://7universum.com/pdf/tech/11\(44\)/Serikova.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http://7universum.com/pdf/tech/11(44)/Serikova.pdf) (дата обращения: 09.05.2020).

8. Филяк П.Ю., Ермолин А.Н. Квантовые технологии в обеспечении информационной безопасности // Информатика и безопасность. 2019. Т. 22. № 4 (4). С. 507–516.

9. Глейм А. Абсолютная защита: что такое квантовые коммуникации и как они работают // ITMO.NEWS. 2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://news.itmo.ru/ru/archive/archive2/news/5070/> (дата обращения: 09.05.2020).

УДК 004

РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «КАЛЬКУЛЯТОР ДЛЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ КЛИНИКИ»

Бужинская Н.В., Ведерников Н.А.

*Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»,
Нижний Тагил, e-mail: nadezhda_v_a@mail.ru*

На современном этапе развития общества пользуются спросом программные продукты для автоматизации различных аспектов деятельности человека. С помощью данных программных продуктов можно знакомить пользователей с важной информацией, производить необходимые расчеты, оформлять необходимую документацию. В статье рассматриваются основные этапы разработки пользовательского интерфейса для калькулятора ветеринарной клиники. С помощью калькулятора клиенты знакомятся с услугами клиники, делают заказ и получают информацию о стоимости заказа и скидках. Основной частью калькулятора является база данных, которая включает перечень услуг и их стоимость. Поскольку стоимость услуги для того или иного животного различна, на языке программирования C# был создан шаблон базы данных, которая может принимать определенные значения в зависимости от действий пользователя. В статье представлен алгоритм создания такого шаблона. Кроме того, в статье описаны результаты этапа проектирования. С помощью диаграммы прецедентов были определены требования к калькулятору, а диаграмма деятельности показывает ход действий пользователя. На основе полученной информации был создан прототип интерфейса. На заключительном этапе работы в Microsoft Visual Studio 2019 на языке C# был разработан программный продукт.

Ключевые слова: программирование, интерфейс, пользовательский интерфейс, программный продукт, калькулятор, база данных

DEVELOPMENT OF A USER INTERFACE FOR THE SOFTWARE PRODUCT «CALCULATOR FOR VETERINARY CLINIC»

Buzhinskaya N.V., Vedernikov N.A.

*Nizhny Tagil State Socio-Pedagogical Institute (branch) of Federal State Autonomous educational
institution «Russian state vocational pedagogical University», Nizhny Tagil, e-mail: nadezhda_v_a@mail.ru*

Abstract: At the present stage of development of society, software products are in demand for the automation of various aspects of human activity. Using these software products, you can acquaint users with important information, make the necessary calculations, draw up the necessary documentation. The article discusses the main stages of developing a user interface for a calculator of a veterinary clinic. With the help of a calculator, clients get acquainted with the clinic services, place an order and receive information about the cost of the order and discounts. The main part of the calculator is a database, which includes a list of services and their cost. Since the cost of the service for a particular animal is different, a database template was created in the C # programming language, which can take on certain values depending on the user's actions. The article presents an algorithm for creating such a template. In addition, the article describes the results of the design phase. Using the use case diagram, the requirements for the calculator were determined, and the activity diagram shows the course of action of the user. Based on the information received, a prototype interface was created. At the final stage of work at Microsoft Visual Studio 2019 in C #, a software product was developed.

Keywords: programming, interface, user interface, software product, calculator, database

Любой программный продукт можно оценить с точки зрения надежности, безопасности, удобства предлагаемых функций для пользователя. Эти показатели напрямую зависят от качества пользовательского интерфейса. Пользовательский интерфейс должен валидировать ввод данных, быть максимально простым в управлении, а также понятным для пользователя. Хорошо разработанный пользовательский интерфейс влияет на успех предлагаемого продукта на рынке программного обеспечения.

Интерфейс – комплекс программных и технических средств, посредством которых осуществляется взаимодействие оператора-человека с различными информационными системами в процессе их

функционирования. В свою очередь, пользовательский интерфейс включает в себя компоненты, которые определяют характер данного взаимодействия. К ним относятся информационные поля, различные панели, диалоговое меню, сетки, списки и др. [1].

К особенностям пользовательского интерфейса можно отнести [2]:

- наличие графических средств управления программой;
- осуществление удобной навигации по функционалу программы;
- соответствие интерфейса бизнес-логики требуемой модели, а не бизнес-логика модели под интерфейс;
- обеспечение валидации входных данных и безопасности использования программы.

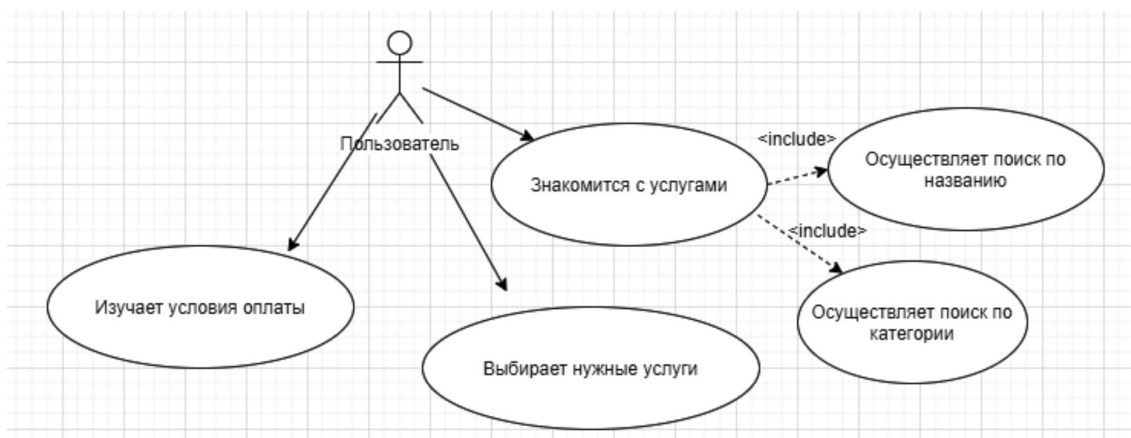


Рис. 1. Диаграмма прецедентов

Материалы и методы исследования

В данном исследовании рассматриваются этапы разработки пользовательского интерфейса для программы, которая предоставляет услуги ветеринарной клиники и делает расчёт их стоимости. Данный проект реализует базовый функционал любой информационной системы. Разработанные для проекта алгоритмы поиска работают независимо от бизнес-логики приложения, следовательно, проект не теряет актуальности даже в долгосрочной перспективе.

Требования к программному продукту:

- независимость слоёв представления программы – реализовать приложение на архитектуре MVVM. Это предпочтительная архитектура для программного обеспечения, использующего функционал WPF;
- наличие базы данных с услугами;
- наличие алгоритма поиска по названию и категории услуги;
- реализация функции для расчета стоимости выбранных услуг.

Результаты исследования и их обсуждение

Первым этапом в реализации нашего программного продукта является проектирование. На этапе проектирования определяются требования к нашей программе и основные функции [3–5]. Диаграмма прецедентов представлена на рис. 1.

Пользователь производит поиск интересующей его услуги посредством сортировки по названию или категории. После выбора услуг программа рассчитывает и показывает стоимость предоставляемых услуг.

Динамические аспекты поведения разрабатываемой системы описываются в виде диаграммы активностей [6]. На ней изображен алгоритм взаимодействия между

пользователем и информационной системой. Пользователь с помощью инструмента поиска выбирает интересующие его услуги и узнаёт их суммарную стоимость (рис. 2).



Рис. 2. Диаграмма деятельности UML

На следующем этапе был разработан прототип интерфейса, который должен удовлетворять требованиям заказчика и быть максимально удобным для пользователей.

База данных включает две таблицы. Первая таблица «Услуги» содержит информацию о коде услуги, ее названии и типе. Во второй таблице хранится информация о стоимости услуг, так как для каждого животного она различна. Поскольку одна и та же услуга может относиться ко многим животным, то в зависи-

мости от типа животного изменяется цена и другие параметры. На C# был создан шаблон подобной базы данных, которая позволяет изменять значения в процессе выполнения программы, то есть в самой программе таблицы будут работать как коллекции.

Программный продукт будет создаваться в Microsoft Visual Studio 2019 на языке C#. В процессе разработки нам необходимо создать основные модели, которые будут представлять базу данных.

Листинг 1

Описание таблицы «Услуги»

```
public class Service : IModel
{
    public int Id { get; set; }
    public string Name { get; set; }
    public decimal Cost { get; set; }
    public PetCategory PetCategory { get; set; }

    static public implicit operator ServiceViewModel?(Service model) =>
        new ServiceViewModel()
        {
            Id = model.Id,
            Cost = model.Cost,
            Name = model.Name,
            PetCategory = model.PetCategory
        };
}
```

Данный код описывает таблицу «Услуги». Каждое свойство класса Service указывает, какие поля будут включены в таблицу. Данный класс также композитует в себе указатель на экземпляр типа PetCategory, что означает, что данная таблица будет связана со второй таблицей.

The image shows a web application prototype. At the top, there is a search bar with the label "Поиск по названию:" and a dropdown menu with the label "Категория:". Below these is a table with five empty rows. At the bottom left, there is a label "Результат:" and at the bottom right, there is a button labeled "Рассчитать".

Рис. 3. Прототип интерфейса

В листинге 2 объявляется класс PetCategory, который описывает таблицу категорий животных. Данный класс содержит в себе коллекцию экземпляров типа Service, что указывает на связь между таблицами «Один ко многим».

Листинг 2

Описание таблицы категорий животных

```
public class PetCategory : IModel
{
    public int Id { get; set; }
    public string Value { get; set; }
    public List<Service> Services { get; set; }
    public PetCategory()
    {
        Services = new List<Service>();
    }

    public static implicit operator PetCategoryViewModel?(PetCategory model) =>
    new PetCategoryViewModel()
    {
        Id = model.Id,
        Value = model.Value
    };
}
```

Класс, представленный на листинге 3, VeterinaryDbContext, наследовавший класс DbContext, определяет настройки подключения к базе данных в методе OnConfiguring(), конфигурацию модели базы данных в методе OnModelCreating(), две дженерик-коллекции DbSet от классов PetCategory и Services, а также конструктор класса, реализующий DependencyInjection (встраиваемые зависимости), где в роли зависимости выступает конфигурация подключения к базе данных.

Листинг 3

Настройки подключения к базе данных

```
public class VeterinaryDbContext : DbContext
{
    IConfiguration _configuration;
    public DbSet<PetCategory> PetCategories { get; set; }
    public DbSet<Service> Services { get; set; }
    public VeterinaryDbContext() => Database.EnsureCreatedAsync();
    public VeterinaryDbContext(DbContextOptions<VeterinaryDbContext> options) : base(options) =>
    Database.EnsureCreatedAsync();
    public VeterinaryDbContext(IConfiguration configuration)
    {
        _configuration = configuration;
        Database.EnsureCreated();
    }
    protected override void OnModelCreating(ModelBuilder modelBuilder)
    {
        modelBuilder.Entity<Service>()
            .ToTable("services_tbl")
            .HasKey(key => key.Id);
        modelBuilder.Entity<PetCategory>()
            .ToTable("petCategories_tbl")
            .HasKey(key => key.Id);
        modelBuilder.Entity<PetCategory>()
            .HasMany(s => s.Services)
            .WithOne(p => p.PetCategory)
            .HasForeignKey("FK_to_pet");
    }
    protected override void OnConfiguring(DbContextOptionsBuilder optionsBuilder) =>
    optionsBuilder.UseSqlServer(_configuration["connectionString"]);
}
```

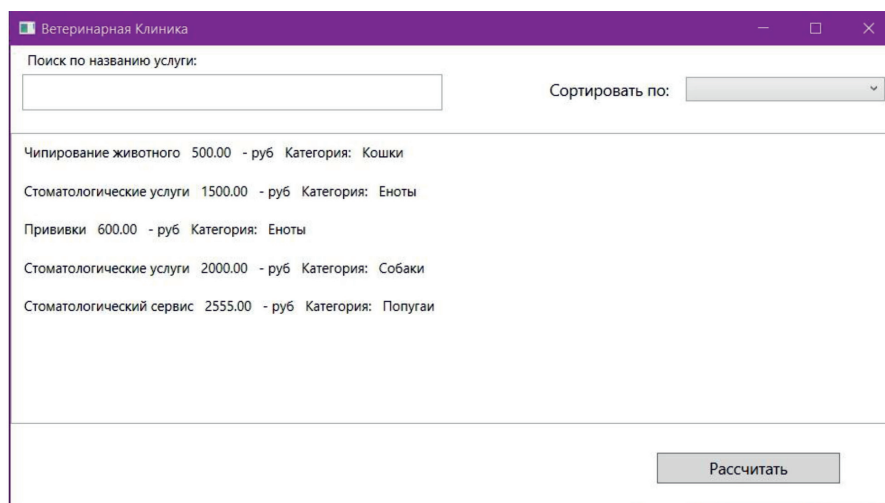



Рис. 4. Интерфейс программного продукта

После введенной команды, в консоли диспетчера пакетов Add-Migration Init-Migration с помощью библиотеки Entity-Framework Core создается класс миграции, в котором описываются правила создания базы данных на хосте. Далее вводится команда Update-Database, начинается процесс миграции и создания базы данных на узле, указанном в строке конфигурации (в данном случае localhost).

Для создания интерфейса была выбрана технология WPF. Особенность данной технологии в преимущественном использовании разметки XAML. Для привязки данных к интерфейсу используется контекст данных. Контекст данных позволяет не заботиться об обновлении данных на стороне хранилища данных, загруженного в адресное пространство программы. Слой View (представление) связывается с ViewModel (модель представления), который в свою очередь обращается к абстрактным репозиториям (паттерн для обращения к данным, который представляет общий интерфейс для любой реализации связи с базой данных посредством полиморфизма). Конструктор инициализирует коллекции для отображения PetCategories и Services через реализации абстрактного репозитория, которые в свой конструктор для инициализации принимают экземпляр контекста базы данных.

В классе главного окна MainWindow инициализируется конфигурация и основной экземпляр класса ViewModel слоя VeterinaryClinicViewModel. Экземпляр ViewModel слоя присваивается к свойству DataContext для того, чтобы все элементы представления имели доступ к свойствам и коллекциям экземпляра VeterinaryClinicViewModel.

Результат разработки представлен на рис. 4.

Пользователь может видеть список услуг ветеринарной клиники, осуществлять поиск и расчет нужной ему услуги.

Заключение

Программный продукт разработан и удовлетворяет всем требованиям заказчика. В дальнейшем планируется:

- оптимизировать поиск сервисов путем кеширования и повторного использования плана запроса к БД;
- осуществить переход на документо-ориентированную базу данных, поскольку данная сложность модели позволяет сделать этот переход, например MongoDB;
- оптимизировать алгоритм с помощью отказа от LINQ-запросов, которые относительно медленно работают со структурами данных. Если загружать данные с БД «порциями» (метод загрузки chunkcache) и эти данные сортировать оптимизированным алгоритмом, то скорость клиента возрастет, а нагрузка на сервер снизится.

Список литературы

1. Сергеев С.Ф., Падерно П.И., Назаренко Н.А. Введение в проектирование интеллектуальных интерфейсов: учебное пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2011. 108 с.
2. Мандел Т. Разработка пользовательского интерфейса: Пер. с англ. М.: ДМК Пресс. 416 с.
3. Бедердинова О.И., Коряковская Н.В., Бойцова Ю.А. Статическая модель системы оценивания качества программных продуктов // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки. 2015. № 3. С. 87–96.
4. Васева Е.С., Матис П.С. Проектирование базы данных учета сотрудников образовательного учреждения // Наука и перспективы. 2017. № 2. С. 35–41.
5. Попов А.А., Винтова Т.А. Объектно-ориентированный анализ предметной области «Управление многоквартирными домами» на основе зарубежного опыта автоматизации управления недвижимостью // Современные наукоемкие технологии. 2018. № 2. С. 74–82.
6. Каюмова А.В. Визуальное моделирование систем в StarUML: учебное пособие. Казань: Казанский федеральный университет, 2013. 104 с.

УДК 621.316.925

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОДОГРЕВ АККУМУЛЯТОРОВ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Бухтояров И.В., Бухтояров В.Ф.

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет

(национальный исследовательский университет)», Челябинск, e-mail: biv-orlan74@mail.ru

Предлагаемое устройство относится к области электротехники и может быть использовано в цепях внутреннего подогрева аккумуляторной батареи в зимнее время. Отмечена необходимость подогрева аккумуляторов, установленных на транспортных средствах, в зимнее время при низких температурах окружающего воздуха. Разработанное устройство для автоматического подогрева аккумуляторной батареи в зимнее время отличается от известных повышенной экономичностью и надежностью функционирования. Отмеченный результат достигается применением управляемого индуктивного накопителя, работающего поочередно в режимах накопления и рекуперации электроэнергии. Устройство для автоматического подогрева аккумуляторной батареи содержит блок переключения, блок управления переключением, индуктивный накопитель энергии, подключенный к выходу блока переключения, реле тока, подключенное своим выходом к управляющему входу блока управления переключением, выполненного в виде широтноимпульсного контроллера с двумя выходами, каждый из которых через две пары согласующих элементов подключен к двум соответствующим входам блока переключения, содержащего две пары замыкающих ключей, одна из которых установлена в цепи прямого подключения индуктивного накопителя энергии к положительному зажиму аккумуляторной батареи, а другая пара замыкающих ключей установлена в цепи инверсного подключения индуктивного накопителя энергии к отрицательному зажиму через реле тока, а каждая пара упомянутых выше цепей прямого и инверсного подключения индуктивного накопителя энергии соединена между собой параллельно и подключена к соответствующему зажиму аккумуляторной батареи.

Ключевые слова: автоматический подогрев, аккумуляторная батарея, индуктивный накопитель, устройство, схема

AUTOMATIC BATTERY HEATING IN WINTER

Bukhtoyarov I.V., Bukhtoyarov V.F.

South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, e-mail: biv-orlan74@mail.ru

The proposed device belongs to the field of electrical engineering and can be used in the internal heating circuits of the battery in the winter. It is noted that it is necessary to heat the batteries installed on vehicles in winter at low ambient temperatures. The developed device for automatic heating of the battery in the winter differs from the known ones in increased efficiency and reliability of operation. This result is achieved by using a controlled inductive storage device that operates alternately in the modes of accumulation and recovery of electricity. The device for automatic battery heating contains a switching unit, a switching control unit, an inductive energy storage connected to the output of the switching unit, a current relay connected by its output to the control input of the switching control unit, made in the form of a pulse width controller with two outputs, each of which is connected through two pairs of matching elements to two corresponding inputs of the switching unit containing two pairs of closing keys, one of which has a circuit for direct connection of the inductive energy to the positive battery clip and another pair of locking keys mounted in the circuit inverse connection of the inductive energy to the negative terminal of the battery through said relay current to each pair of the above-mentioned circuits of direct and inverse connection of the inductive energy storage are connected in parallel and connected to the appropriate battery clip.

Keywords: automatic heating, battery, inductive storage, device, circuit

В зимнее время при низких температурах запуск двигателя автомобиля или другого транспортного средства связан, как известно, с повышенным потреблением электроэнергии от аккумулятора и не всегда бывает успешным без предварительного подогрева аккумулятора. В зимнее время при низких температурах возможно также замерзание электролита и разрушение аккумулятора. Кроме того, при низких температурах наблюдается увеличение внутреннего сопротивления аккумуляторов (батарей) и снижение их емкости.

Для обеспечения нормальной работы аккумуляторов, установленных на транспортных средствах (автомобилях, тракторах, вагонах и т.д.), в зимнее время при низких температурах окружающего воздуха

необходимо их утеплять или подогревать, используя различные способы и средства.

Существует множество разных способов, средств и устройств подогрева и утепления аккумулятора. К их числу можно отнести [1–4]:

- утепление аккумулятора укрывным теплоизоляционным материалом. Способ применяется, как правило, при частом использовании автомобиля. При длительной стоянке автомобиля способ неэффективен;

- размещение аккумулятора в утепленном контейнере с двойными стенками, пространство между которыми заполняется теплоизоляционным материалом (войлоком, поролоном, пенопластом и др.). При таком способе утепления аккумулятор сохраняет работоспособность после стоянки авто-

мобиля на открытой площадке в течение 10–12 ч (при температуре окружающего воздуха до минус 50 °С). Эффективность утепления аккумулятора тем выше, чем больше толщина теплоизолирующего материала. Однако обеспечить нормальную работу аккумулятора этим способом в условиях низких температур при наружной стоянке автомобиля в течение длительного времени без подогрева аккумулятора затруднительно. Кроме того, в указанных условиях возможно замерзание электролита в аккумуляторе (при недостаточной плотности), разрушение его элементов и в конечном счете выход аккумулятора из работы. При замерзании электролита внутреннее сопротивление аккумулятора значительно увеличивается, а его напряжение уменьшается. Вследствие этого получить от такого аккумулятора ток, необходимый для обеспечения нормального пуска двигателя, становится практически невозможно;

– утепление подкапотного пространства автомобиля (моторного отделения), включающего аккумулятор и двигатель с радиатором и другими элементами двигателя (масляный фильтр, патрубки радиатора). Такое утепление позволяет предохранять двигатель и радиатор от охлаждения и таким образом поддерживать аккумулятор в теплом состоянии. Этот способ, будучи более эффективным по сравнению с предыдущим, является в то же самое время более дорогим. Требуются затраты на приобретение специального теплоизоляционного материала. Можно, конечно, утеплять и недорогим подручным материалом, например картоном;

– нагрев охлаждающей жидкостью, проходящей через трубы, охватывающие аккумулятор и подключенные к системе охлаждения двигателя. Нагрев аккумулятора осуществляется при работающем двигателе. Этот способ находит ограниченное применение, так как связан с дополнительными затратами на прокладку трубопроводов, их обслуживание и создает трудности со снятием и установкой аккумуляторных батарей. Возможен также перегрев аккумулятора и его повреждение, например в случае закипания электролита;

– нагрев с помощью электрических нагревателей, выполненных в виде нихромовой проволоки или нити, охватывающей аккумулятор по контуру и запитанной от своего аккумулятора или другого источника. Электрические нагревательные элементы могут размещаться также внутри каждого аккумулятора и к нему подключаться. Этот способ является энергозатратным. На-

пример, при использовании электрических нагревательных элементов, размещенных внутри каждого аккумулятора и подключенных к выводам своего аккумулятора, расход электроэнергии может составлять порядка 8–10% по отношению к мощности аккумуляторов в батарее [5]. Кроме того, при использовании этого способа требуется значительное время на подогрев.

Следует отметить устройства для утепления аккумуляторов заводского исполнения. Например, устройство, выполненное в виде теплоизолирующего чехла, снабженного нагревательными пластинами, запитанными от основного или дополнительного аккумулятора. Известно устройство, выпускаемое в виде терм кейса, внутри которого установлены нагревательные элементы и в который помещается аккумулятор [1]. При использовании данного устройства остывание аккумулятора происходит в течение длительного времени.

Таким образом, каждый из известных способов и устройств утепления и подогрева аккумуляторов имеет как положительные, так и отрицательные показатели. Общим недостатком всех способов и устройств является ограниченная область их применения и зависимость эффективности от температурных и временных параметров. Любой из них будет относительно эффективен при условии, если аккумулятор будет находиться при минусовой температуре незначительное время. Наилучшие показатели имеют способы, обеспечивающие подогрев аккумуляторов, но их реализация связана со значительными энергетическими и материальными затратами.

С учетом вышесказанного целью исследования является разработка недорогих и эффективных устройств, обеспечивающих подогрев аккумуляторов при низких температурах и длительном их нахождении на открытом воздухе, что является актуальной задачей.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлось устройство для автоматического подогрева аккумулятора (аккумуляторной батареи) в зимнее время при низких отрицательных температурах.

В работе были использованы методы научно-технического и патентного обзора информации, анализа и синтеза технической информации и экспериментальные методы.

В результате проведенных исследований синтезировано новое устройство для автоматического подогрева аккумуляторных батарей (УПАБ) в зимнее время [6], блок-схема которого показана на рис. 1.

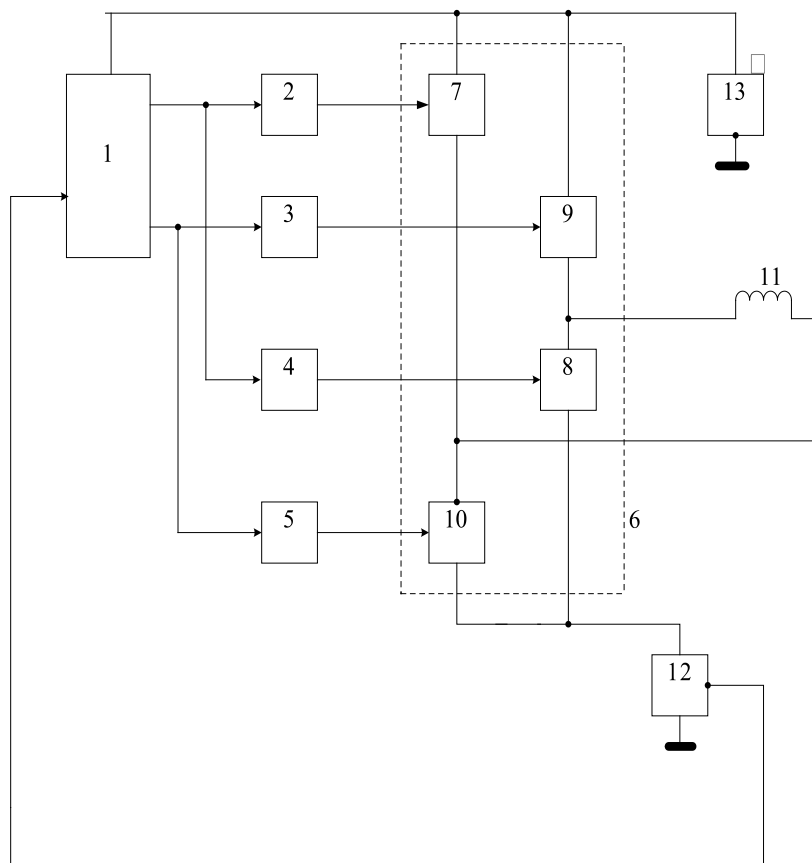


Рис. 1. Блок-схема устройства для автоматического подогрева аккумуляторной батареи в зимнее время

УАПАБ состоит из блока управления переключением 1 с двумя выходами, первый выход которого подключен к согласующим элементам 2 и 4, а второй – к согласующим элементам 3 и 5, блока переключения 6, содержащего попарно работающие ключи 7, 8 и 9, 10, образующие соответственно цепи прямого и инверсного подключения индуктивного накопителя энергии 11, запитанного от аккумуляторной батареи 13, реле тока 12, один вход которого подключен к минусовому зажиму аккумуляторной батареи 13, а второй – к общей точке цепей прямого и инверсного подключения индуктивного накопителя энергии 11, при этом выход реле тока 12 соединен с управляющим входом блока управления переключением 1. Блок управления переключением 1 выполнен в виде ШИМ (широтно-импульсная модуляция) – контроллера типа TL494, а согласующие элементы 2-5 выполнены в виде двух драйверов типа IR2111, которые управляют ключами 7-10, выполненными на полевых транзисторах типа IRF2807, имеющих малое сопротивление в открытом состоянии.

Благодаря этому в них в открытом состоянии теряется малая мощность и отпадает необходимость в применении радиатора.

Элементная база УАПАБ была выбрана не случайно. Микросхема ШИМ-контроллера TL494 выпускается уже несколько десятилетий и стала классикой. На ее базе было создано множество подобных ШИМ-контроллеров, расширяющих функционал этой микросхемы. Эта микросхема в тестовом устройстве используется как двухтактный ШИМ-контроллер, на выходе которого формируются два сигнала управления транзисторами в противофазе, позволяющие регулировать ширину импульса и, как следствие, регулировать ток, протекающий через дроссель. Вместе с тем данная микросхема имеет малый выходной ток, недостаточный для открывания полевых транзисторов, а также малое количество выходов – у нее всего два выхода. Для управления четырьмя транзисторами пришлось установить два драйвера IR2111, специально разработанных для управления двумя полевыми транзисторами, образующих полумост.

Накопитель энергии 11 выполнен в виде дросселя с обмоткой, намотанной на альсиферовом кольце.

Внешний вид элементов УАПБА приведен на рис. 2.

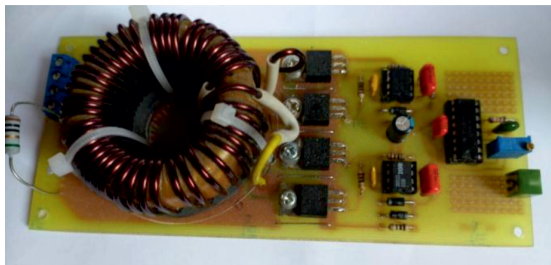


Рис. 2. Общий вид элементов УАПБА

УАПБА работает следующим образом.

При включении его в работу на выходах согласующих элементов 2–5 появляются управляющие сигналы заданной длительности, поступающие на управляющие входы замыкающих ключей 7–10, работающих попарно: сначала замыкаются ключи 7 и 8, установленные в цепи прямого подключения индуктивного накопителя энергии 11, а затем, после размыкания ключей 7 и 8, замыкаются ключи 9 и 10, установленные в цепи инверсного подключения индуктивного накопителя энергии 11. При замыкании ключей 7 и 8 на вход индуктивного накопителя энергии 11 подается кратковременно напряжение аккумуляторной батареи 13, длительность подачи которого определяется длительностью замыкания ключей, и через накопитель 11 начинает протекать ток, изменяющийся от нуля до максимального значения в момент размыкания ключей 7 и 8. При достижении значения на выходе реле тока 12, работающего в пороговом режиме, появляется сигнал, поступающий на вход блока управления переключением 1. В результате этого происходит размыкание ключей 7 и 8 и замыкание ключей 9 и 10 и начинается процесс разряда (возврата) накопленной в накопителе 11 энергии на аккумуляторную батарею 13. После перехода (разряда) энергии из накопителя 11 в аккумуляторную батарею 13 начинается вновь процесс накопления энергии в накопителе 11. Накопление энергии заканчивается после размыкания ключей 9 и 10. Каждая пара ключей не только рекуперировывает энергию, но и накапливает ее в следующей последовательности: цикл накопления энергии через ключи 7 и 8; цикл рекуперации энергии через ключи

9 и 10; цикл накопления энергии через ключи 9 и 10; цикл рекуперации через ключи 7 и 8 и т.д. Осциллограмма работы УАПБА представлена на рис. 3.

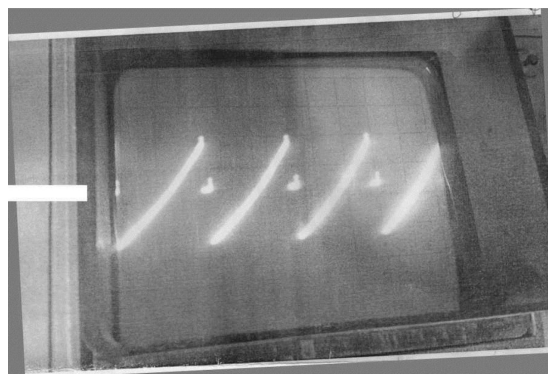


Рис. 3. Зависимость токов заряда-разряда аккумуляторной батареи от времени

Индуктивный накопитель 11 в заряженном состоянии потребляет от аккумуляторной батареи мощность, компенсирующую потери в активном сопротивлении индуктивного накопителя.

Таким образом, подогрев аккумуляторной батареи 13 происходит как во время заряда накопителя 11, так и во время его разряда на батарею 13.

Упрощение схемы устройства, уменьшение его стоимости, повышение экономичности и надежности функционирования достигаются выполнением блока управления переключением в виде ШИМ-контроллера, управляемого реле тока, работающим в пороговом режиме, а блока переключения – в виде двух пар управляемых замыкающих ключей, работающих попарно и образующих соответственно цепи прямого и инверсного подключения индуктивного накопителя энергии 11 к аккумуляторной батарее 13, подключенные через упомянутое реле тока к минусовому зажиму аккумуляторной батареи, при этом каждая пара упомянутых выше цепей прямого и инверсного подключения индуктивного накопителя энергии соединена между собой параллельно и подключена к соответствующему зажиму аккумуляторной батареи.

Устройство осуществлено на основе серийно выпускаемых элементов и узлов (контроллер, полупроводниковые ключи, драйверы и т.п.).

Результаты исследования и их обсуждение

Технический результат предлагаемого решения состоит в упрощении схемы устройства для автоматического подогрева

аккумуляторной батареи в зимнее время и повышении надежности функционирования, а также в снижении расхода активной мощности аккумуляторной батареи на подогрев из-за отсутствия в схеме устройства демпфирующего элемента (резистора).

Испытание экспериментального образца УАПБА в лабораторных условиях подтвердило его работоспособность и правильность выбранного алгоритма функционирования. Задачей дальнейших исследований является обоснование оптимальных параметров процесса заряда-разряда индуктивного накопителя энергии и выбор конструктивных параметров элементов устройства в зависимости от мощности (емкости) аккумуляторных батарей, применяемых на транспортных средствах, и диапазона изменения температур в зимнее время.

Выводы

1. Выполнен анализ (обзор) известных способов и устройств для утепления и подогрева аккумуляторов (аккумуляторных батарей) в зимнее время при низких температурах.

2. Предложен способ для подогрева аккумуляторных батарей, основанный на автоматическом заряде и разряде индуктив-

ного накопителя энергии, запитанного от самой аккумуляторной батареи.

3. Разработан экспериментальный образец устройства для подогрева аккумулятора, изготовленный на базе серийных элементов, проведены его испытания в лабораторных условиях, подтвердившие работоспособность и правильность функционирования.

Список литературы

1. Утепление и подогрев аккумулятора или что делать, если замерз аккумулятор [Электронный ресурс]. URL: <https://www.drive2.ru/l/2862528> (дата обращения: 22.06.2020).
2. Как утеплить аккумулятор на зиму своими руками? [Электронный ресурс]. URL: <https://akbzona.ru/stati/uteplitel-dlya-akkumulyator> (дата обращения: 22.06.2020).
3. Эксплуатация автомобильного аккумулятора: работоспособность, неисправности и уход. [Электронный ресурс]. URL: <https://avtonov.info/ekspluatacija-avtomobilnogo-akkumuljatora> (дата обращения: 22.06.2020).
4. Особенности зимней эксплуатации АКБ. [Электронный ресурс]. URL: <https://220volt.com.ua/news/useful/akkumulyatornie-batarei/osobennosti-zimnej-ekspluatatsii-akb.html> (дата обращения: 22.06.2020).
5. Аккумуляторная батарея с автоматическим внутренним подогревом // Патент России № 2398315. Патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Транспорт», опублик. 27.08.2010 г.
6. Бухтояров И.В., Бухтояров В.Ф. Устройство для автоматического подогрева аккумуляторной батареи в зимнее время // Патент РФ № 2672948. Патентообладатели Бухтояров И.В., Бухтояров В.Ф. 2018. Бюл. № 31.

УДК 004.4'23

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PRETTIER И GIT HOOKS ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДДЕРЖАНИЯ КУЛЬТУРЫ КОДА В TYPESCRIPT-ПРОЕКТЕ

Вахрамов С.В., Мусин А.М., Ризванов Д.А., Хамитов М.А.

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, e-mail: s@vakhramoff.ru

Соответствие кода общепринятым правилам достаточно тяжело поддерживать вручную без использования каких-либо утилит; здесь главную роль играет человеческий фактор: любой может пропустить ошибку, не заметив её, или под влиянием нехватки времени пропустить код без проверки. Статья рассматривает автоматические способы линтинга проектного кода с помощью утилиты ESLint и плагина Prettier для проектов, написанных на языке программирования TypeScript. Приведение в порядок существующей кодовой базы можно выполнить одной командой, а ручная обработка больших объёмов кода займёт гораздо больше времени без применения специальных утилит. В статье приведено подробное описание особенностей и возможностей Prettier и Git-хуков. Автоматическая проверка и исправление ошибок кода-стиля выполнены с помощью плагинов lint-staged и husky. Для установки универсальных параметров редактирования использован файл EditorConfig, поддерживаемый почти всеми современными IDE. Результатом применения методов, описанных в статье, является проект с настроенной системой автоматического форматирования кода. В результате внедрения описанных в статье инструментов сократилась скорость разработки проекта, а также снизился порог входа для начинающих разработчиков программного обеспечения.

Ключевые слова: TypeScript, Prettier, Git, Git hooks, lint-staged, husky, код-стиль, автоматическое форматирование кода

USE OF PRETTIER AND GIT HOOKS FOR PERFORMING AUTOMATIC CODE-STYLE EDITING IN A TYPESCRIPT PROJECT

Vakhramov S.V., Musin A.M., Rizvanov D.A., Khamitov M.A.

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: s@vakhramoff.ru

It's very hard to support conformity of the code to common rules without using special utilities. Human factor plays the main role here: anyone could potentially make a mistake by missing it or when there's a lack of time and you have to immediately push the code into your repository. This article review automatic linting approaches of the project's code using ESLint and Prettier plugin for projects which were written using TypeScript programming languages. Detailed review with description of Prettier and Git-hooks possibilities was provided. Automatic checking and correction of the code-style are performed with lint-staged and husky plugins. EditorConfig file was used to setting up common IDE editing style, which is supported by most of modern IDEs. The result of application of this approach is a project with fully set up automatic code-style formatting system. As a result of introducing the tools described in the article, the speed of project development has decreased and the entry threshold for beginner software developers has decreased.

Keywords: TypeScript, Prettier, Git, Git hooks, lint-staged, husky, code-style, automatic code formatting

Что такое Prettier? Prettier – это средство для форматирования кода, которое нацелено на использование жёстко заданных правил по оформлению программ [1]. Оно форматирует код автоматически, обеспечивая соблюдение предустановленных правил форматирования кода для проекта, что в свою очередь позволяет сфокусироваться на более важных вещах при написании программного кода.

Инструмент Prettier обладает следующими возможностями и особенностями (рассмотрим основные из них).

– Приведение в порядок существующей кодовой базы можно выполнить одной командой. Ручная обработка больших объёмов кода займёт гораздо больше времени: представьте себе затраты труда, необходимые для ручного форматирования 20 000 строк кода.

– Prettier легко внедряется в проект, он использует наименее спорный подход к стилю при форматировании кода. Prettier – проект с открытым исходным кодом: многие внесли вклад в его доработку и улучшение.

– Prettier позволяет сосредоточиться на написании кода. Разработчики не осознают того, как много времени и сил тратится на форматирование кода. Использование Prettier в одном из наших проектов повысило эффективность работы на 10%.

– Prettier помогает начинающим. Если вы начинающий программист, работающий в одной команде с серьёзными профессионалами, и вы хотите достойно смотреться на их фоне, в этом вам поможет Prettier.

– Затраты времени на code-review сокращаются в среднем на 15–20%: нет необходимости напоминать о забытых пробелах,

лишних запятых и других подобных ошибок – их исправит Prettier.

Для запуска локального форматирования кода в большинстве сред разработки предусмотрена возможность запуска форматирования текста прямо из контекстного меню, например как в WebStorm (рис. 1).

Что такое Git Hooks? У систем контроля версий есть механизм запуска callback-скриптов по определенному действию. Как и многие другие системы контроля версий, Git предоставляет возможность запуска пользовательских скриптов в случае возникновения определенных событий. Такие действия называются хуками и разделяются на две группы: серверные и клиентские. Если хуки на стороне клиента запускаются такими операциями, как слияние или создание коммита, то на стороне сервера они инициируются сетевыми операциями, такими как получение отправленного коммита. Хуки часто используются для широкого круга задач.

В некотором смысле хук является реализацией шаблона Observer из ООП. Хуки могут быть написаны на скриптовых языках, таких как Bash, Python, Ruby и других.

Рассмотрим виды git-hooks (рис. 2).

Для реализации нашей задачи мы будем использовать git-хук pre-commit для конфигурирования процесса отправки, проверки и форматирования изменений плагином, находящимся в коммите.

Цель исследования: исследование процесса подключения инструментов для ав-

томатического форматирования программного кода при фиксировании изменений в git-репозитории путём коммита изменённых файлов.

Материалы и методы исследования

Далее приведено пошаговое руководство по установке и конфигурированию Prettier и локальных git-хуков в TypeScript-проекте.

1. Установка Prettier

Установить npm-пакет можно командой

```
npm install --save-dev prettier
```

2. Установка плагинов для Prettier

Установить npm-пакет плагина можно командой

```
npm install --save-dev prettier-plugin-organize-imports
```

Данный плагин необходим для автоматической сортировки импортов.

3. Установка плагинов для организации автоматической проверки и коррективки кода

Установить npm-пакеты можно командой

```
npm install --save-dev husky
```

Данный плагин позволяет настроить локальные хуки

```
npm install --save-dev lint-staged
```

Данный плагин позволяет настроить выполнение скриптов для файлов, готовых к коммиту.

4. Конфигурирование собственных правил исправления программного кода

Собственные правила в Prettier редактируются в корневом файле проекта.

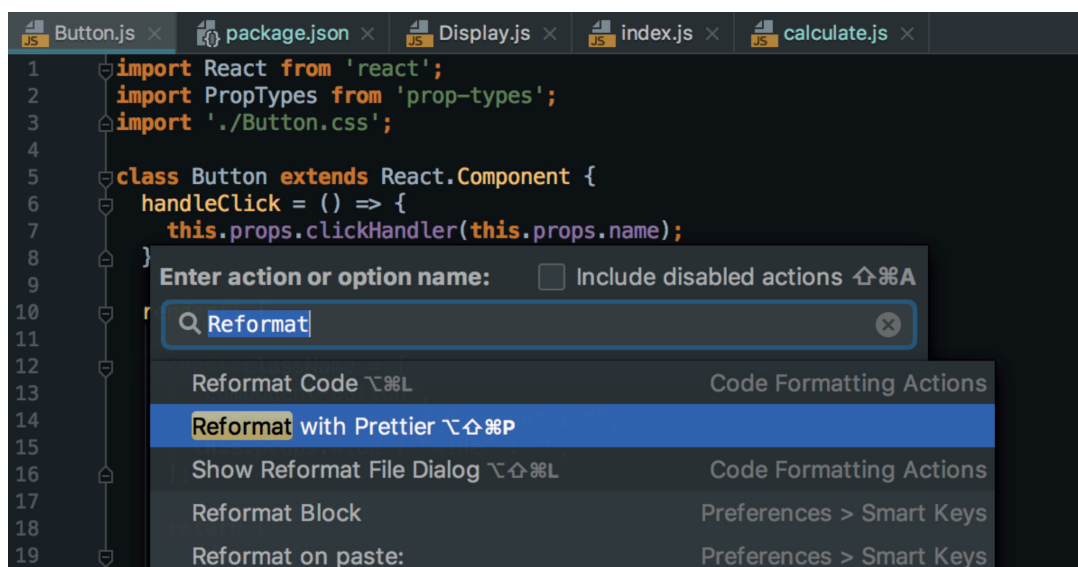


Рис. 1. Контекстное меню для запуска Prettier в IDE WebStorm

Файл имеет название «.prettierrc». Ниже приведён пример конфигурации для соответствующего файла в Angular-проекте. Подробнее о конфигурировании правил Prettier можно прочесть на официальном сайте [2].

```
{
  "bracketSpacing": true,
  "printWidth": 140,
  "semi": true,
  "singleQuote": true,
  "trailingComma": "all",
  "tabWidth": 2,
  "useTabs": false,
  "overrides": [
    {
      "files": "src/**/*.ts",
      "options": {
        "parser": "typescript"
      }
    },
    {
      "files": "*.component.html",
      "options": {
        "parser": "angular"
      }
    },
    {
      "files": [".prettierrc", "package.json"],
      "options": {
        "parser": "json"
      }
    }
  ]
}
```

Название Git hooks	Назначение хука
commit-msg	Хук вызывается перед коммитом. Он может изменять сообщение, а также использоваться, чтобы прервать выполнения коммита, если исходное сообщение не проходит вашу проверку. Хук можно обойти с помощью --no-verify
pre-push	Хук выполняется перед пушем. Может быть использован чтобы прервать его.
pre-applypatch	Хук выполняется перед применением патчка. Может быть использован чтобы прервать его.
prepare-commit-msg	Хук выполняется перед коммитом, после подготовки сообщения по умолчанию. Основная цель - подготовить сообщение.
pre-commit	Хук в основном используется для sanity check вашего кода перед отправкой на code review.
pre-rebase	Хук вызывается перед ребейзом. Может быть использован, чтобы прервать его.
post-commit	Хук выполняется после завершения коммита. Служит главным образом для уведомлений и не может повлиять на ход коммита.

Рис. 2. Описание основных git hooks

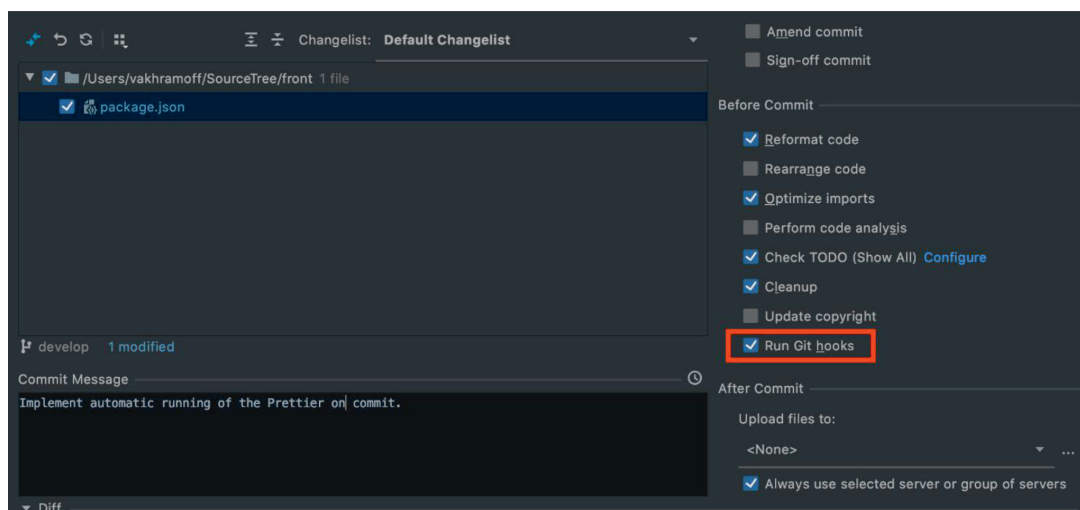


Рис. 3. Опция запуска Git-хуков в окне коммита в IDE WebStorm

5. Связывание Prettier с ESLint/TSLint

Данная статья подразумевает наличие установленного в проекте ESLint или TSLint. Для корректного подключения к проекту Prettier при наличии уже установленного инструмента проверки кода из вышеперечисленных можно воспользоваться инструкцией, расположенной на сайте [3].

6. Настройка локального pre-commit хука

Для этого в package.json необходимо в разделе scripts добавить скрипты для проверки и исправления текущего кода [4–6]:

```
"scripts": {
  "prettier": "prettier --check \"src/**/*.ts|component.html\" \"\",
  "prettier:fix": "npm run prettier -- --write"
},
```

Затем в секции husky описать pre-commit хук:

```
"husky": {
  "hooks": {
    "pre-commit": "lint-staged"
  }
}
```

Далее описав скрипт для lint-staged:

```
"lint-staged": {
  "*.ts|component.html": [
    "npm run prettier:fix",
    "git add"
  ]
}
```

7. Настройка универсальных параметров редактора в IDE

Для того чтобы все пользовались едиными настройками, такими как отступы или символы перевода строки, применяется файл .editorconfig. Он описывает единый набор правил в неоднородных командах для всех поддерживающих его IDE.

На сайте проекта [7] можно найти список редакторов, которые поддерживают этот файл. В него входят WebStorm, AppCode, Atom, Eclipse, Emacs, BBEdit и другие.

Для описания такого файла создадим в корне проекта файл «.editorconfig» и добавим в него следующий код:

```
# Файл EditorConfig верхнего уровня
root = true

[*.*md]
trim_trailing_whitespace = false
```

```
[*.js]
trim_trailing_whitespace = true

# Переводы строк в стиле Unix с пустой строкой в конце файла
[*]
indent_style = space
indent_size = 2
end_of_line = lf
charset = utf-8
insert_final_newline = true
max_line_length = 100
```

8. Настройка автоматического исправления файлов, попавших в коммит

С этого момента IDE будет автоматически применять данный pre-commit хук. Главное – не снимать галочку, которая отвечает за выполнение подобных локальных хуков (рис. 2).

Результаты исследования и их обсуждение

В результате мы получили проект с настроенной системой автоматического форматирования кода. В проекте автоматически соблюдаются заранее предустановленные правила форматирования, что позволяет существенно экономить время на написание и ревю кода.

Выводы

Внедрение Prettier сократило время разработки проекта, так как не требовалось тратить дополнительное время на соблюдение кода-стиля для проекта. Автоматизация процесса приведения кода к стандартизированному форматированию через хуки

позволила забыть про ручной контроль каждого измененного файла. Увеличилась читаемость кода: это стало заметно на программистах с опытом разработки менее 1 года, которые только пришли в проект.

Список литературы

1. What is Prettier? [Электронный ресурс]. URL: <https://prettier.io/docs/en/index.html> (дата обращения: 10.07.2020).
2. Options – Prettier. [Электронный ресурс]. URL: <https://prettier.io/docs/en/options.html> (дата обращения: 10.07.2020).
3. Integrating with Linters. [Электронный ресурс]. URL: <https://prettier.io/docs/en/integrating-with-linters.html> (дата обращения: 10.07.2020).
4. Customizing Git – Git Hooks. [Электронный ресурс]. URL: <https://git-scm.com/book/en/v2/Customizing-Git-Git-Hooks> (дата обращения: 10.07.2020).
5. Черная магия Git hook. Как не пустить джуниоров в мастер-ветку и вообще все автоматизировать. [Электронный ресурс]. URL: <https://xakep.ru/2016/02/11/git-hook-magic/> (дата обращения: 10.07.2020).
6. Prettier, ESLint, Husky, Lint-Staged и EditorConfig: инструменты для написания аккуратного кода. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/en/company/ruvds/blog/428173/> (дата обращения: 10.07.2020).
7. EditorConfig. [Электронный ресурс]. URL: <https://editorconfig.org> (дата обращения: 10.07.2020).

УДК 004.414.23

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «АГРЕГАТОР СКИДОК НА ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ»

Елгундинова К.С., Шибасева И.Ю.

Нижнетагильский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижний Тагил, e-mail: irinashb1@rambler.ru

Смартфон является постоянным спутником человека. С помощью смартфона пользователи могут заказывать товары и услуги, обмениваться важной информацией, выполнять математические расчеты и т.д. На сегодняшний день одной из самых популярных мобильных операционных систем для смартфонов является Android. В Google Play можно скачать большое количество приложений для смартфонов под управлением данной операционной системы. При этом для разработчиков мобильных приложений для Android существует большое количество литературы в открытом доступе, форумов, видеоуроков, что, безусловно, положительно сказывается на процессе разработки. В статье рассматриваются особенности проектирования мобильного приложения «Агрегатор скидок». Оно позволит покупателям приобрести товар онлайн по выгодной и доступной цене, быстро оплатить его и оформить доставку. Автоматизация данных действий направлена на решение такой проблемы, как падение спроса пользователей на печатные издания. На этапе проектирования были определены и представлены в виде диаграммы Ганта основные этапы работы. Основные требования к программе были обозначены посредством диаграммы прецедентов. Для определения последовательности действий пользователя была составлена диаграмма активности. Заключительным этапом проектирования является разработка прототипа интерфейса, который в дальнейшем будет использоваться программистами.

Ключевые слова: мобильное приложение, проектирование, диаграмма прецедентов, скидки, Android Studio

DESIGNING THE MOBILE APPLICATION «DISCOUNT AGGREGATOR FOR PRINTED PUBLICATIONS»

Elgundinova K.S., Shibaeva I.Yu.

Nizhny Tagil Technological Institute (branch) of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin», Nizhny Tagil, e-mail: irinashb1@rambler.ru

The smartphone is a permanent human companion. Using a smartphone, users can order goods and services, exchange important information, perform mathematical calculations, and so on. Today, one of the most popular mobile operating systems for smartphones is Android. In Google Play, you can download a large number of applications for smartphones running this operating system. At the same time, for developers of mobile applications for Android, there is a large amount of literature in the open access, forums, video lessons that, of course, has a positive impact on the development process. The article discusses the design features of the mobile app «discount Aggregator». It will allow customers to purchase goods on-line at a favorable and affordable price, quickly pay for it and arrange delivery. Automation of these actions is aimed at solving such user problems as falling user demand for printed publications. At the design stage, the main stages of work were defined and presented in the form of a Gantt diagram. The main requirements for the program were indicated by the use case diagram. To determine the sequence of user actions, an activity diagram was created. The final stage of design is the development of a prototype interface, which will be used by programmers in the future.

Keywords: mobile app, design, use case diagram, discounts, Android Studio

Современный этап развития общества характеризуется стремительным внедрением технологий во все сферы жизнедеятельности человека. Одной из основных задач применения данных технологий является упрощение таких функций пользователя, как поиск новой информации, выполнение расчетов, коммуникация с другими людьми, заказ товаров и услуг и др. Однако, составив план по разработке какого-либо продукта, необходимо понимать тенденции современного рынка и потребности людей. Это позволит либо модернизировать существующие программные продукты, либо реализовать новые программные решения.

Поскольку смартфонами пользуется большое количество людей, одним из популяр-

ных направлений является проектирование и разработка мобильных приложений. Рынок мобильных приложений сегодня востребован среди компаний разных сегментов. Мобильные приложения становятся полноценной заменой сайтов, так как на смартфоне удобно выполнять различные действия.

По оценке Criteo, через мобильные приложения пользователи за сеанс просматривают в 4 раза больше товарных позиций, чем через адаптивный сайт [1]. Мобильные приложения позволяют задействовать функционал смартфона (камеру, микрофон, инструменты определения местоположения, PUSH-уведомления), определить местоположение пользователя. Мобильные

приложения пользуются спросом в таких отраслях, как продажа одежды, книг, детских товаров, продуктов питания и т.д. При этом пользователи смотрят скидки на товары и услуги, анализируют цены и выбирают лучшие предложения.

Цель исследования: раскрытие особенностей и описание процесса разработки мобильного приложения, предоставляющего пользователям информацию о стоимости и скидках на печатные издания на территории РФ. Важными функциями данного приложения является возможность оформления, оплаты необходимого товара и выбор способа доставки.

Материалы и методы исследования

Для постановки цели нашей работы мы выяснили, какие функции смартфона интересуют пользователей. Результаты опроса представлены на рис. 1.

Результаты опроса показывают, что все без исключения пользователи используют смартфон для коммуникации. При этом второй по популярности функцией смартфона является организация досуга.

Далее нами был проведен опрос покупателей с целью выявления требований к программному продукту «Агрегатор скидок на печатные издания». Результаты опроса представлены на рис. 2.

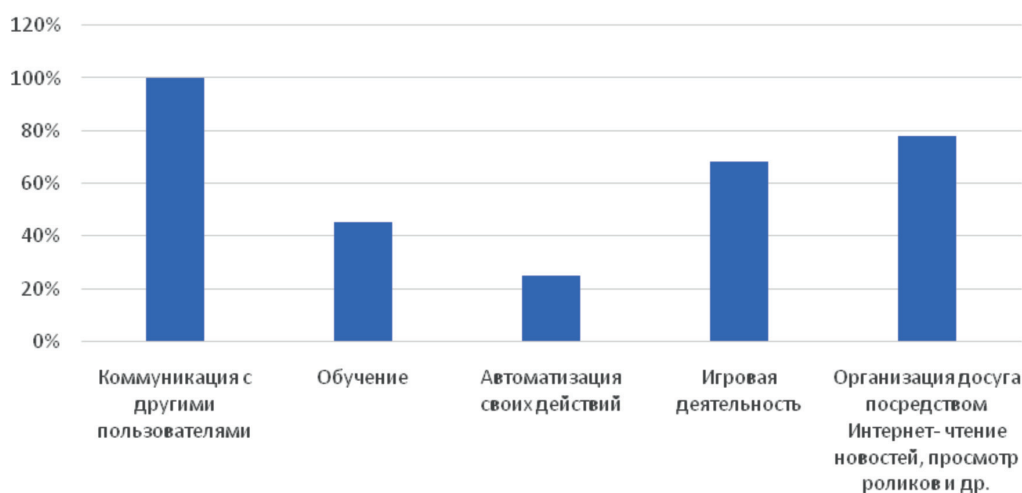


Рис. 1. Результаты опроса пользователей

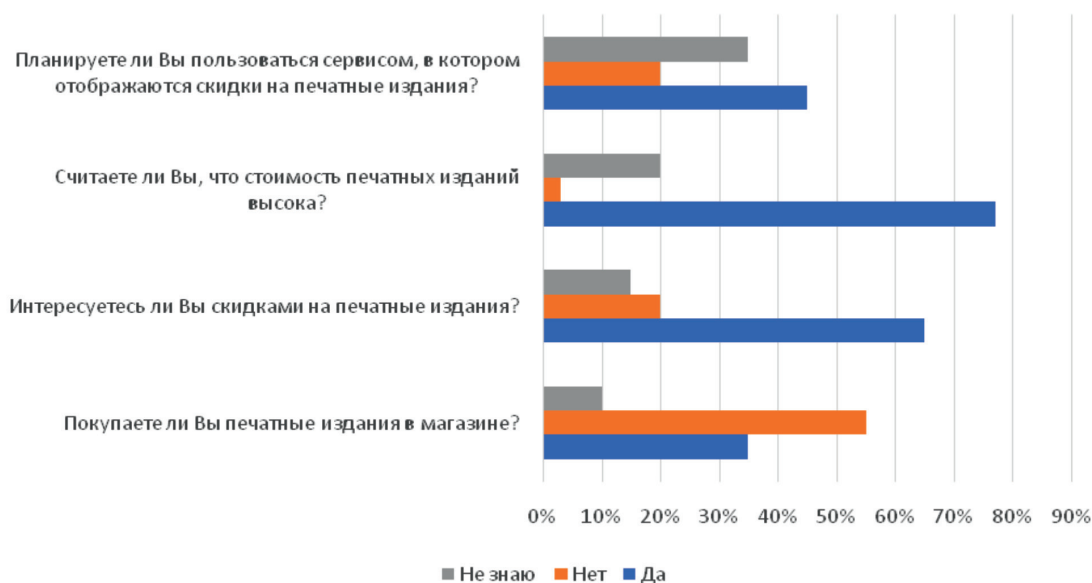


Рис. 2. Результаты опроса с целью выявления требований к программному продукту

Результаты опроса позволяют сделать вывод, что стоимость книг превышает возможности некоторых покупателей. Кроме того, отсутствие времени для отслеживания скидок и высокая стоимость товара в магазинах приводит к снижению спроса на книги и другие печатные издания. Разработка мобильного приложения для Android (одной из самых популярных мобильных операционных систем), которое предоставит пользователям возможность удобно отслеживать динамику изменения цен на печатные издания на территории нашей страны, позволит решить данную проблему.

Основные этапы выполнения проекта представлены в таблице.

Данные этапы визуально представлены в виде диаграммы Ганта [2; 3]. Эти этапы отображены на рис. 3.

Проектирование мобильного приложения «Агрегатор скидок» занимает месяц. За этот срок были определены функции мобильного приложения, представлен прототип и выбраны средства разработки.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения функций мобильного приложения создадим диаграмму прецедентов, посредством которой можно определить требования к разрабатываемому приложению [4]. На данной диаграмме отображены основные действия покупателя (рис. 4).

1. Покупатель вводит значение в строку «Поиск по названию или автору».

2. Покупатель видит список товаров с ценовыми показателями.

Этапы выполнения проекта

Название этапа	Начальная дата	Конечная дата
Анализ мирового рынка ИТ	01.03.2020	03.03.2020
Анализ рынка ИТ в России	04.03.2020	06.03.2020
Обзор и анализ рынка мобильных приложений	06.03.2020	09.03.2020
Изучение функций аналогичных продуктов	10.03.2020	15.03.2020
Проведение опросов	17.03.2020	23.03.2020
Изучение информации по теме «Аналитика IT-продукта»	22.03.2020	28.03.2020
Изучение информации, выявление бизнес-целей и создание стратегии их достижения	28.03.2020	29.03.2020
Формулирование требований к программному продукту	30.03.2020	20.05.2020
Планирование проекта	31.03.2020	10.05.2020
Составление дерева функций продукта	09.04.2020	10.04.2020
Создание прототипа интерфейса	10.04.2020	11.04.2020



Рис. 3. Диаграмма Ганта

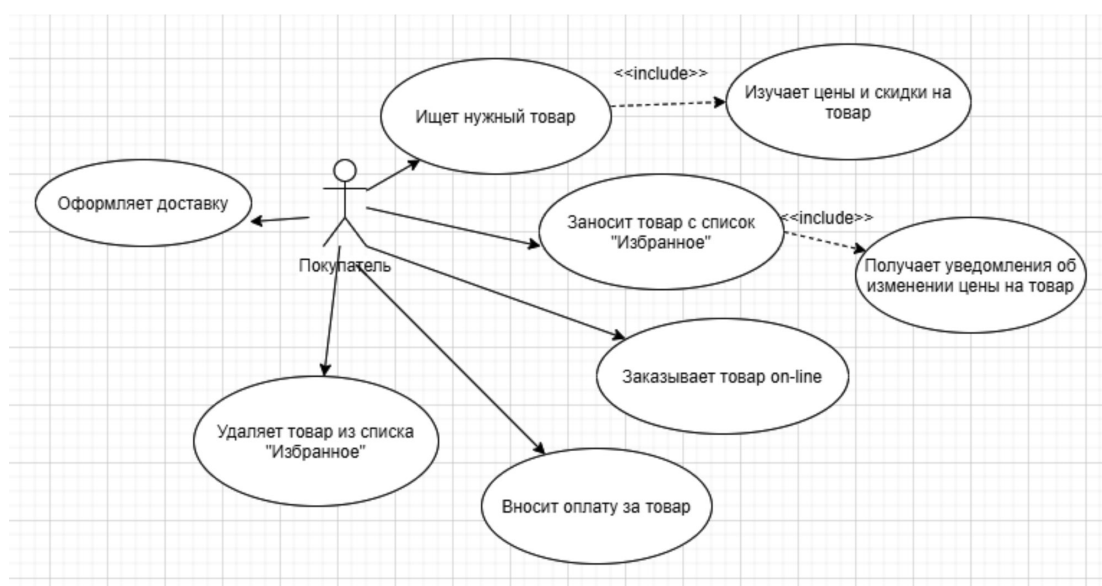


Рис. 4. Диаграмма прецедентов

3. Покупатель может занести нужный товар в список «Избранные». В этом случае ему на телефон приходит уведомление о скидках на данных товар.

4. Пользователь должен иметь возможность выбора и удаления книг (и иных товаров) из списка «Избранные».

5. Покупатель может оформить покупку онлайн.

6. Покупатель может оплатить покупку онлайн и оформить доставку.

С помощью диаграммы активности была определена логика работы мобильного приложения (рис. 5).

Таким образом, на экране приложения должна быть представлена информация о выбранных товарах, их количестве, актуальной скидке и сумме к оплате для каждого пользователя. Приложение должно выводить на экран предупреждение, сообщающее о несовпадении реальной итоговой суммы и суммы, введенной покупателем. Согласно данным требованиям, был разработан интерфейс мобильного приложения (рис. 6).

На этапе реализации программного кода планируется кодирование отдельных компонент приложения в соответствии с разработанным техническим проектом. Средства, которые могут быть применены, в значительной степени зависят от того, какие подходы были использованы во время проектирования и, кроме этого, от степени проработанности технического проекта. Тем не менее среди средств разработки программного кода необхо-

димо выделить язык Java. Разработку планируется реализовывать в Android Studio – интегрированной среде разработки мобильных приложений под операционную систему Android [5]. В процессе разработки необходимо акцентировать внимание на таких функциях мобильного приложения, как:

- удобство загрузки на смартфон;
- наличие ассортимента для выбора пользователем интересующего его товара;
- наличие приятного интерфейса;
- постоянное обновление информации;
- предоставление нескольких видов оплаты;
- наличие удобной системы оповещений, которую пользователь может включать по своему желанию.

Оценим возможные риски, которые могут возникнуть при реализации данного проекта. Под риском понимают негативные события и их величины, отражающие потери, убытки или ущерб от процессов или продуктов, вызванные дефектами при проектировании требований, недостатками обоснования проектов ПС, а также при последующих этапах разработки, реализации и всего жизненного цикла комплексов программ [6]. В нашем случае к основным рискам можно отнести:

- недостаточный интерес к приложению со стороны пользователей;
- отказ поставщиков печатных изданий от сотрудничества;
- возникновение сложностей в процессе разработки продукта в Android Studio.

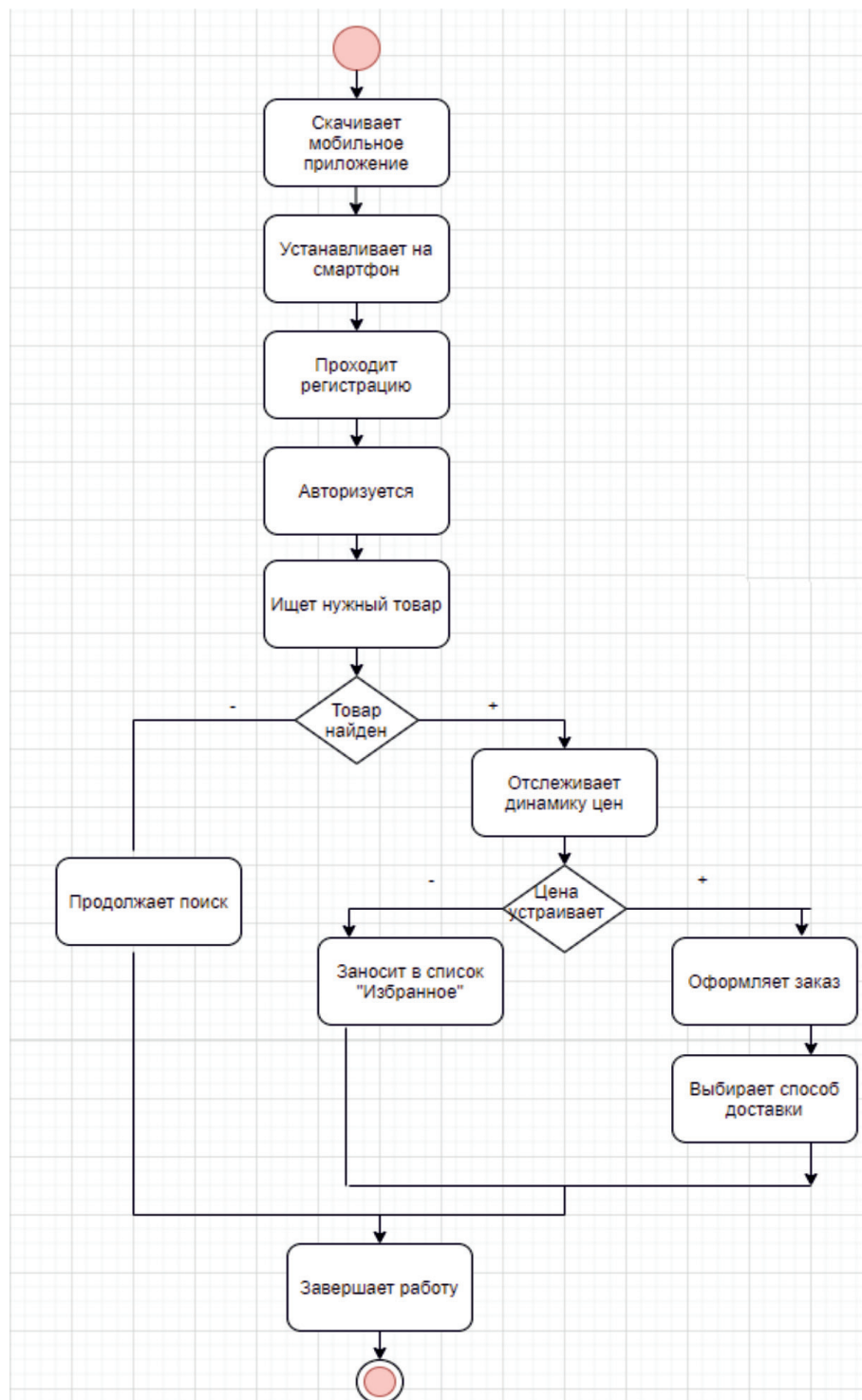


Рис. 5. Диаграмма активности

Негативные последствия первых двух рисков можно предотвратить посредством рекламы программного продукта. Третий риск предполагает обращение за помощью

к менторам. Учет рисков необходим для планирования возможных затрат на реализацию проекта и определение конечных сроков завершения работы.

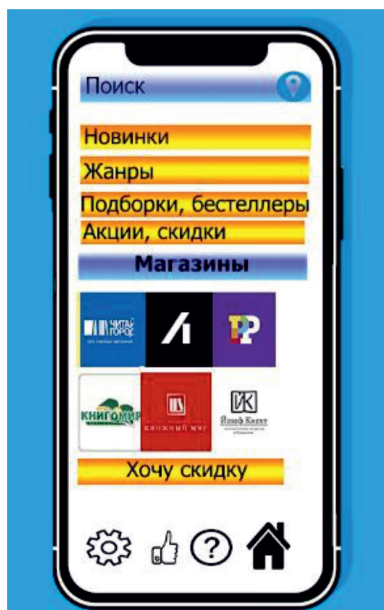


Рис. 6. Прототип интерфейса мобильного приложения

Заключение

Программный продукт разработан и удовлетворяет всем требованиям заказчика. В дальнейшем планируется повысить

эффективность поиска книжных изданий с помощью кэширования запроса, повторного использования плана запроса к БД.

Разработанное мобильное приложение позволит пользователю оперативно получать информацию о стоимости и скидках на печатные издания на территории РФ, оформить и оплатить покупку онлайн, выбрать способ доставки.

Список литературы

1. Розничные СМИ для брендов и ритейлеров. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.criteo.com/> (дата обращения: 15.07.2020).
2. Васева Е.С., Бужинская Н.В. Использование средств визуализации в организации проектной деятельности: учебно-методическое пособие. Нижний Тагил: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2020. 108 с.
3. Михайлова Л.В., Арсеньева Н.В., Трегубова О.И. Метод планирования деятельности предприятия на основе диаграммы Ганта // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2017. № 1. С. 64–69.
4. Каюмова А.В. Визуальное моделирование систем в StarUML: учебное пособие. Казань: Казанский федеральный университет, 2013. 104 с.
5. AndroidStudio. [Электронный ресурс]. URL: <http://androidstudio.ru> (дата обращения: 15.07.2020).
6. Липаев В.В. Программная инженерия сложных заказных программных продуктов: учебное пособие. М.: МАКС ПРЕСС, 2014. 312 с.

УДК 004

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ПРОДАЖИ БИЛЕТОВ НА ФУТБОЛ С ПОМОЩЬЮ ДИАГРАММЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Журавлев А.А., Аксенов К.А.

*Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Екатеринбург,
e-mail: k.a.aksenov@urfu.ru, SanyaProgrammer2503@gmail.com*

Цель диаграммы использования заключается в том, чтобы определить законченный аспект или фрагмент поведения некоторой сущности без раскрытия внутренней структуры этой сущности. В качестве такой сущности может выступать исходная система или любой другой элемент модели, который обладает собственным поведением, подобно подсистеме или классу в модели системы. В данной статье в качестве описываемой с помощью диаграммы использования системы выступает система продажи билетов на футбол. Она состоит из трех акторов: Клиента, Организатора и Администратора. Клиент представляет собой пользователя, который приобретает или сдает билеты / абонементы. В задачи Организатора входит формирование расписания на матчи. Администратор открывает доступ зарегистрированным Клиентам / Организаторам. В качестве материала исследования выступает программное обеспечение WhiteStarUML. В статье для исходной системы получены следующие результаты: построена диаграмма использования, которая включает Клиента, Организатора и Администратора, а также функции, которые каждый из этих акторов выполняет в данной системе; расписаны спецификации вариантов использования для функций каждого из акторов; сделаны соответствующие выводы по проделанной работе.

Ключевые слова: футбол, билет, продажи, система, описание, диаграмма использования

FOOTBALL TICKET SALES SYSTEM DESCRIPTION USING A USECASE DIAGRAM

Zhuravlev A.A., Aksenov K.A.

*Ural Federal University, Yekaterinburg, e-mail: k.a.aksenov@urfu.ru,
SanyaProgrammer2503@gmail.com*

The purpose of a usecase diagram is to determine the finished aspect or behavior fragment of an entity without revealing the internal structure of that entity. Such an entity can be the original system or any other element of the model that has its own behavior, like a subsystem or class in a system model. In this article, the football ticket sales system is described as a system using a usecase diagram. It consists of three actors: the Client, the Organizer and the Administrator. A client is a user who purchases or rents tickets / subscriptions. The Organizer's tasks include scheduling matches. The Administrator opens access to registered Clients / Organizers. The research material is WhiteStarUML software. In the article for the source system, the following results are obtained: a usecase diagram was built, which includes the Client, the Organizer and the Administrator, as well as the functions that each of these actors performs in this system; painted specifications of use cases for the functions of each of the actors; relevant conclusions were drawn on the work done.

Keywords: football, ticket, sales, system, description, usecase diagram

Визуальное моделирование в UML можно представить как некоторый процесс поуровневого спуска от наиболее общей и абстрактной концептуальной модели исходной системы к логической, а затем и к физической модели соответствующей программной системы [1]. Для достижения этих целей вначале строится модель в форме диаграммы вариантов использования, которая описывает функциональное назначение системы или, другими словами, что система будет делать в процессе своего функционирования [2]. Диаграмма вариантов использования является исходным концептуальным представлением или концептуальной моделью системы в процессе ее проектирования и разработки [3].

В данной статье объектом исследования является система продажи билетов на футбол. Для данной системы необходимо выполнить следующее:

– построить диаграмму использования, которая включает Клиента, Организатора

и Администратора, а также функции, которые каждый из этих акторов выполняет в данной системе;

– расписать спецификации вариантов использования для функций каждого из акторов.

Цель данной статьи – построить и описать модель системы продажи билетов на футбол с помощью диаграммы использования, раскрыть спецификации вариантов использования.

В качестве материала исследования выступает программное обеспечение WhiteStarUML.

В статье используется эмпирический метод исследования, поскольку основной источник результатов – анализ данных.

Описание моделируемой системы

Разрабатываемая система представляет собой программный комплекс для продажи билетов на футбол. Данная система позволяет покупать и сдавать билеты и абонементы

ты на матчи, проходящие на одном стадионе с нумерованными местами.

Система имеет три вида пользователей: Клиент, Организатор и Администратор. Клиент представляет собой пользователя, который приобретает или сдает билеты / абонементы. В задачи Организатора входит формирование расписания на матчи. Администратор открывает доступ зарегистрированным Клиентам / Организаторам.

Клиент имеет возможность выбирать тип места (VIP или обычное место) в зависимости от своих предпочтений. Кроме этого, он может узнавать расписание предстоящих матчей и наличие свободных билетов / абонементов. После изучения расписания и выбора места на матч Клиент приобретает билет / абонемент, и информация об успешной покупке билета / абонемента поступает в базу данных, которая хранится на сервере Администратора.

Организатор имеет возможность вносить корректировки в существующее расписание, а также получать отчеты о продажах билетов на тот или иной матч (информация хранится на сервере Администратора).

Администратор также обеспечивает интеграцию между системой и банковским центром, с помощью которого осуществляется оплата за билет.

Таким образом, основная цель разрабатываемой системы – обеспечение удобного, быстрого и качественного взаимодействия

между организаторами и клиентами для продажи / сдачи билетов / абонементов на футбольные матчи.

Разработка диаграммы использования

Диаграмма вариантов использования предназначена для моделирования представления системы с точки зрения вариантов использования и действующих лиц в их взаимодействии. Варианты использования понимаются как множество возможных последовательностей действий (событий), приводящих к значимому для действующего лица результату [4].

С помощью WhiteStarUml в соответствии с техническим заданием разработана диаграмма использования, которая представлена на рис. 1–3 для каждого из акторов системы продажи билетов на футбол [5; 6].

Представленная выше диаграмма содержит три вида акторов: Клиент, Организатор и Администратор.

Клиент системы может выполнить следующие функции:

1. Зарегистрироваться.
2. Авторизоваться.
3. Узнать расписание.

4. Купить билет / абонемент (включает проверку на наличие свободных мест и содержит расширение в виде выбора типа места (VIP или обычное место)).

5. Сдать билет / абонемент.

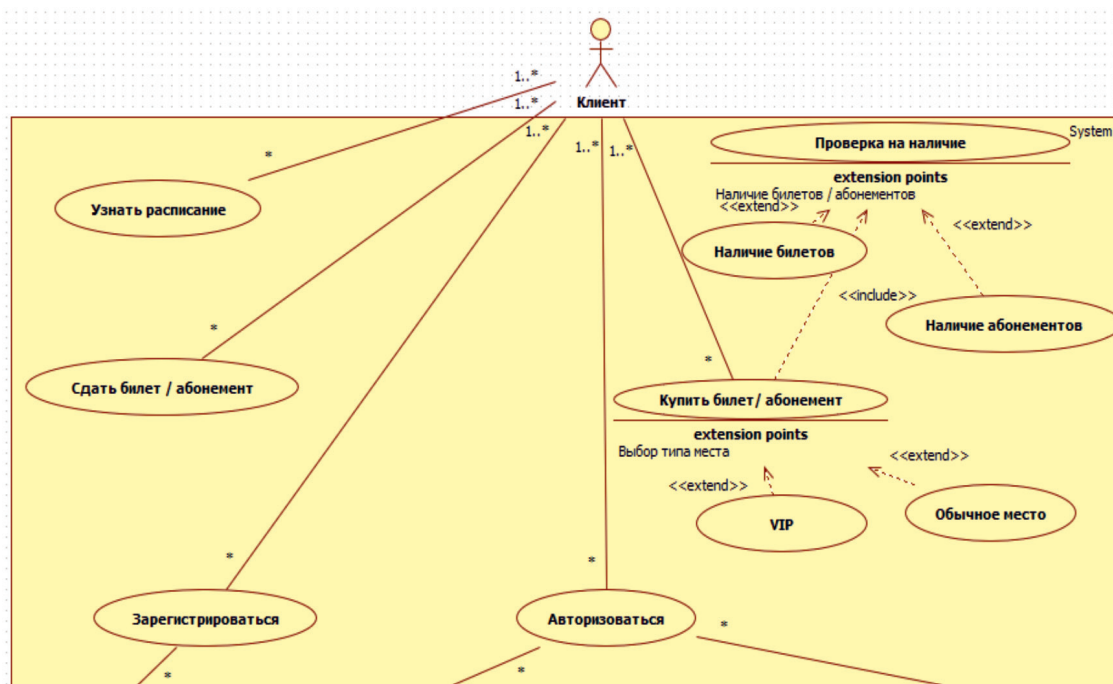


Рис. 1. Диаграмма использования для Клиента

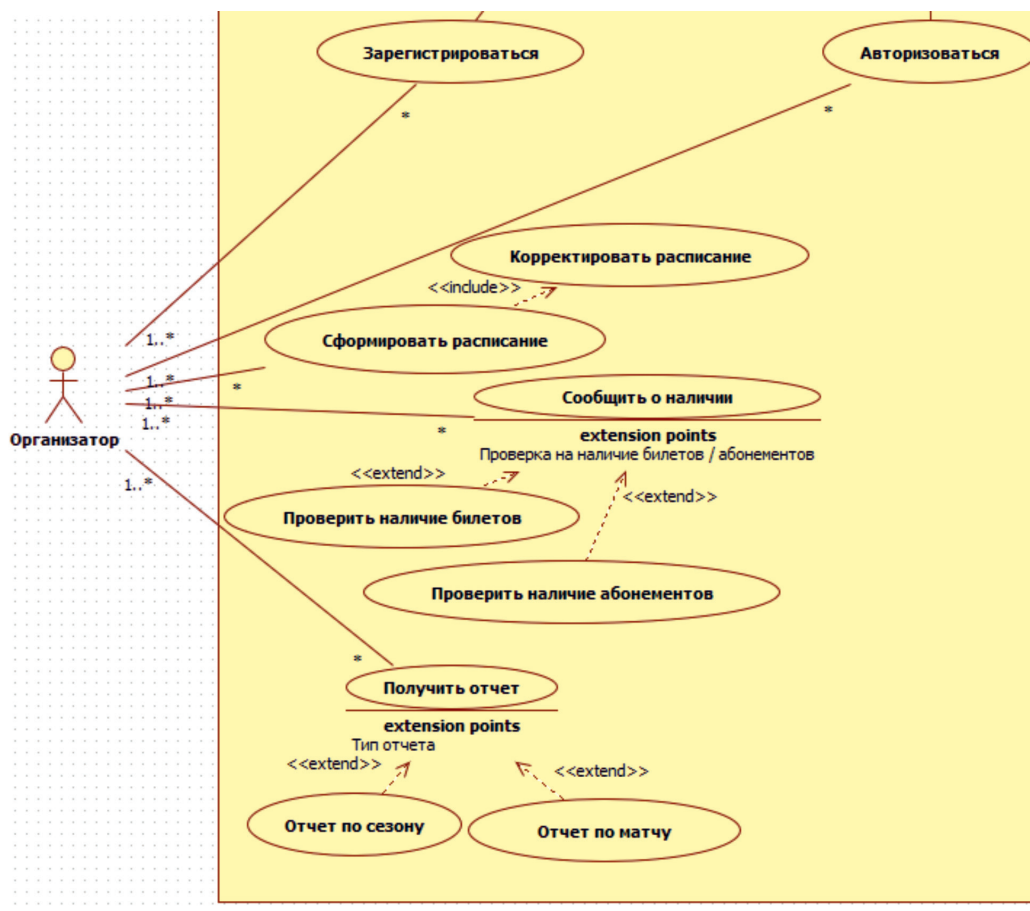


Рис. 2. Диаграмма использования для Организатора

Функции организатора:

1. Зарегистрироваться.
2. Авторизоваться.
3. Сформировать расписание (включает функцию «Корректировать расписание»).
4. Сообщить о наличии (содержит расширение проверить наличие билетов / абонементов).
5. Получить отчет (по матчу / сезону).

Функции администратора:

1. Авторизоваться.
2. Открыть доступ.
3. Сформировать отчет (по матчу / сезону).
4. Обеспечивать взаимодействие между системой и банковским центром.

Разработанная диаграмма имеет следующие типы соединений:

1. Ассоциация, которая указывает, что субъект принимает участие в варианте использования.
2. Включение (include), используемое для того, чтобы показать, как разбить вариант использования.

3. Расширение (extend), показывающее, что вариант использования расширяет базовую последовательность действий и вставляет собственную последовательность.

Виды кратности ассоциаций [7; 8]:

- 1 – чтобы указать, что только один экземпляр этой роли может участвовать в каждой связи.
- 1..* – чтобы указать, что в каждой связи может участвовать один или несколько экземпляров этой роли.
- 0..1 – чтобы указать, что участие не является обязательным.
- * – чтобы указать, что в связи участвует 0 или более экземпляров этой роли.

Спецификация вариантов использования

В разработанной диаграмме используются следующие компоненты:

Имя прецедента (= Зарегистрироваться);
ID прецедента = 1;

Краткое описание – регистрация пользователя (Клиента, Организатора) в системе продажи билетов на футбол;

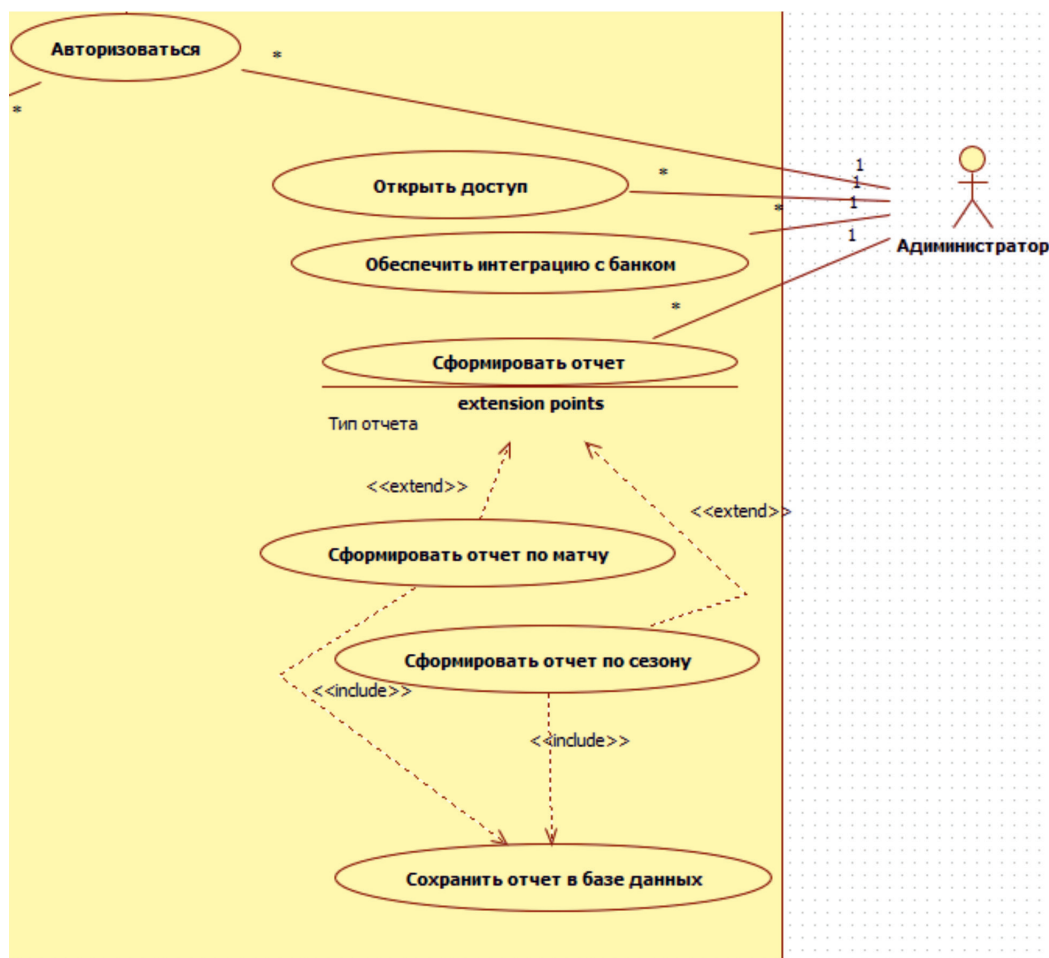


Рис. 3. Диаграмма использования для Администратора

Акторы – Клиент, Организатор;
Предусловия – наличие кнопки «Регистрация»;

Основной поток – нажатие на кнопку «Регистрация» в случае если пользователь не зарегистрирован, выбор статуса пользователя (Клиент или Организатор), ввод данных;

Постусловия – авторизация пользователя в системе продажи билетов на футбол.

Имя прецедента (= Авторизоваться);
ID прецедента = 2;

Краткое описание – авторизация пользователя (Клиента, Организатора, Администратора) в системе продажи билетов на футбол;

Акторы – Клиент, Организатор, Администратор;

Предусловия – наличие кнопки «Войти в систему»;

Основной поток – нажатие на кнопку «Регистрация», выбор статуса пользова-

теля (Клиент или Организатор), ввод данных, авторизация;

Постусловия – возможность пользоваться соответствующими функциями сервиса в зависимости от статуса пользователя (Клиент или Организатор).

Имя прецедента (= Узнать расписание);
ID прецедента = 3;

Краткое описание – Клиент узнает расписание интересующего матча;

Акторы – Клиент;

Предусловия – авторизованный Клиент, наличие расписания матчей;

Основной поток – Клиент узнает расписание интересующего матча;

Постусловия – Клиент может приступить к покупке билета / абонементу на интересующий его матч.

Имя прецедента (= Купить билет / абонемент);

ID прецедента = 4;

Краткое описание – Клиент покупает билет / абонемент;

Акторы – Клиент;

Предусловия – Клиент узнал расписание на матч / матчи, и билет / абонемент имеется в наличии;

Основной поток – Прецедент содержит следующие этапы:

– Клиент нажимает на кнопку «Купить билет / абонемент».

– Система проверяет наличие билетов / абонементов и отправляет пользователю соответствующее сообщение; в случае если билеты отсутствуют, Клиент не имеет возможности посетить выбранный матч.

– Клиент выбирает тип места (VIP или обычное место).

– Клиент оплачивает билет / абонемент.

– Клиент получает билет / абонемент.

Постусловия – Клиент получает возможность посетить матч / сезон.

Имя прецедента (= Сдать билет / абонемент);

ID прецедента = 5;

Краткое описание – Клиент сдает билет / абонемент;

Акторы – Клиент;

Предусловия – У Клиента есть купленный ранее билет;

Основной поток – Клиент сдает билет / абонемент в случае, если он больше не хочет идти на футбольный матч;

Постусловия – Другой Клиент получает возможность приобрести сданный билет.

Имя прецедента (= Сформировать расписание);

ID прецедента = 6;

Краткое описание – Организатор формирует расписание на матчи;

Акторы – Организатор;

Предусловия – Авторизованный Организатор;

Основной поток – Организатор формирует расписание на матчи; в случае если матч терпит какие-то изменения в расписании, Организатор имеет возможность его скорректировать;

Постусловия – Клиенты имеют возможность узнать расписание на интересующие их матчи.

Имя прецедента (= Сообщить о наличии);

ID прецедента = 7;

Краткое описание – Организатор сообщает о наличии / отсутствии свободных билетов / абонементов;

Акторы – Организатор;

Предусловия – авторизованный Организатор;

Основной поток – Организатор сообщает о наличии / отсутствии свободных билетов / абонементов;

Постусловия – Клиент узнает информацию о наличии / отсутствии свободных билетов / абонементов.

Имя прецедента (= Получить отчет);

ID прецедента = 8;

Краткое описание – Организатор получает отчетность по матчам (количество проданных билетов и пр.);

Акторы – Организатор;

Предусловия – Администратор сформировал отчет по матчу / сезону, который хранится в базе данных;

Основной поток – Организатор получает отчетность по матчу / сезону;

Постусловия – Организатор может сделать выводы по проделанной организаторской работе.

Имя прецедента (= Открыть доступ);

ID прецедента = 9;

Краткое описание – открытие доступа администратором зарегистрированным пользователям;

Акторы – Администратор;

Предусловия – Администратор авторизовался в системе;

Основной поток – открытие доступа администратором зарегистрированным пользователям;

Постусловия – получившие доступ пользователи получают возможность использовать соответствующие функции сервиса в зависимости от статуса пользователя (Клиент или Организатор).

Имя прецедента (= Обеспечить интеграцию с банком);

ID прецедента = 10;

Краткое описание – Администратор обеспечивает взаимодействие с банковским центром, который позволяет провести оплату за билет / абонемент;

Акторы – Администратор;

Предусловия – Администратор авторизовался в системе;

Основной поток – обеспечение интеграции с банком для возможности оплаты за билет / абонемент;

Постусловия – Клиент имеет возможность произвести оплату.

Имя прецедента (= Сформировать отчет);

ID прецедента = 11;

Краткое описание – формирование отчета по матчу / сезону, который будет храниться в базе данных;

Актеры – Администратор;
Предусловия – матч / сезон проведен;
Основной поток – Администратор формирует отчет по прошедшему матчу / сезону, который хранится в базе данных;

Постусловия – Организатор имеет возможность получить отчетность по матчу / сезону.

Заключение

В данной статье проведена работа с моделью системы продажи билетов на футбол с помощью программного обеспечения WhiteStarUML. Данная система включает в себя трех акторов (Клиента, Организатора и Администратора), а также их функции.

Для данной системы выполнено следующее:

- построена диаграмма использования, которая включает Клиента, Организатора и Администратора, а также функции, которые каждый из этих акторов выполняет в данной системе;

- расписаны спецификации вариантов использования для функций каждого из акторов.

Список литературы

1. Гусев А.А. Использование диаграммы прецедентов для проектирования информационной системы «Интересный маршрут» // Молодой исследователь Дона. 2018. № 3. С. 48–52.

2. Диаграмма вариантов использования (use case diagram). [Электронный ресурс]. URL: <http://khipi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/case/leon/gl4/gl4.html#:~:text=Диаграмма%20вариантов%20использования%20является%20исходным,процессе%20ее%20проектирования%20и%20разработки.&text=Определить%20общие%20границы%20и%20контекст,на%20начальных%20этапах%20проектирования%20системы> (дата обращения: 12.07.2020).

3. Диаграммы вариантов использования. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.informicus.ru/default.aspx?SECTION=6&id=73&subdivisionid=4> (дата обращения: 12.07.2020).

4. Гради Буч, Джеймс Рамбо, Ивар Якобсон. Введение в UML от создателей языка. М.: Изд-во «ДМК Пресс», 2015. 496 с.

5. Крэг Ларман. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. М.: Изд-во «Вильямс», 2019. 736 с.

6. Крэг Ларман. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. Введение в объектно-ориентированный анализ, проектирование и итеративную разработку. М.: Изд-во «Вильямс», 2013. 736 с.

7. Хассан Гома. UML. Проектирование систем реального времени, распределенных и параллельных приложений, 2-е издание. М.: Изд-во «ДМК Пресс», 2011. 700 с.

8. Язык UML. Руководство пользователя, 2-е издание. М.: Изд-во «ДМК Пресс», 2007. 496 с.

УДК 004.657

АНАЛИЗ МАССИВОВ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ PANDAS ДЛЯ PYTHON

Ильичев В.Ю., Юрик Е.А.

¹Калужский филиал ФГОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Калуга, e-mail: patrol8@yandex.ru

Целью работы, описанной в данной статье, являлась разработка алгоритма обработки больших массивов данных с помощью свободно распространяемого языка программирования Python с подключением библиотеки Pandas, предназначенной для работы с базами данных. Для решения этой задачи использована информация, размещённая на форумах сети Интернет, а также в документации к перечисленным программным продуктам. При создании алгоритма ставилась цель формализации последовательности команд обращения к библиотеке Pandas и действий, производимых этими командами для создания выборки только тех данных из массива, которые необходимы исследователю. После этого рассмотрен процесс сортировки значений из полученной выборки. Такое пошаговое описание алгоритма необходимо для понимания последовательности процесса обработки данных при создании научных и прикладных программных продуктов на языке Python. Использование разработанного алгоритма продемонстрировано на примере обработки массива данных по продажам крупных американских компаний за один год. Для вывода результатов обработки в виде диаграммы применены команды управления графической библиотекой Matplotlib для Python. Ключевой особенностью полученного алгоритма является простота его применения для обработки данных любого типа, представленных в разных форматах – как популярных, так и экзотических. Показаны уникальные возможности библиотеки Pandas, которыми не обладают традиционные средства обработки баз данных, основанные на SQL (языке структурированных запросов, работающем только с реляционными базами данных). Дано заключение о проделанной работе и рекомендации по сферам применения её результатов. В частности, предполагается дальнейшее использование и развитие данного алгоритма для расчёта мощности фотоэлектрических солнечных и ветряных электростанций по статистической информации о характеристиках солнечного излучения и атмосферных потоков в определённом регионе с подключением дополнительных библиотек.

Ключевые слова: база данных, SQL, алгоритм, программа, язык Python, библиотеки Python, библиотека Pandas

ANALYSIS OF DATA ARRAYS USING THE PANDAS LIBRARY FOR PYTHON

Ilichev V.Yu., Yurik E.A.

Kaluga Branch of Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, e-mail: patrol8@yandex.ru

The purpose of the work described in this article was to develop an algorithm for processing large amounts of data using a freely distributed Python programming language with a Pandas library attached to work with databases. Information posted on Internet forums, as well as documentation for these software products, is used to solve this problem. When creating the algorithm, the goal was to formalize the sequence of commands to access the Pandas library and the actions these commands perform to create a sample of only the data from the array that the researcher needed. The process of sorting the values of the obtained sample is then considered. This step-by-step description of the algorithm is necessary to understand the sequence of the data processing when creating scientific and application software products in Python. The use of the developed algorithm is demonstrated by the example of processing an array of data on sales of large American companies in one year. The Matplotlib graphics library management commands for Python are used to display the results of processing as a chart. A key feature of the resulting algorithm is its ease of use for processing data of any type presented in different formats – both popular and exotic. Shows the unique capabilities of the Pandas library that traditional SQL-based database processing tools do not have (a structured query language that only works with relational databases). An opinion on the work done and recommendations on the application of its results were given. In particular, it is expected to further use and develop this algorithm to calculate the capacity of photovoltaic solar and wind farms based on statistical information on the characteristics of solar radiation and atmospheric flows in a certain region with the connection of additional libraries.

Keywords: database, SQL, algorithm, program, Python language, Python libraries, Pandas library

Современный уровень развития технологий, производств и экономик предполагает обработку огромного количества информации. Часто такая информация представляется в виде очень больших массивов числовых и прочих символьных данных, нередко не отсортированных по каким-либо признакам. Задачей статистического анализа является сортировка и прочие виды обработки массивов с целью обнаружения и наглядного отображения характерных закономерностей, тенденций,

выделения основных признаков исследуемого процесса или объекта. По результатам такого анализа обычно строят графики, представляемые для обсуждения как специалистами в данной отрасли, так и широкому кругу неспециалистов.

Традиционно для данных целей до недавнего времени широко использовался так называемый язык структурированных запросов SQL. Однако ему присущи следующие недостатки [1]: громоздкость программ, сложность изучения синтакси-

са и, главное, строгая ориентированность на определённую структуру загружаемых данных (реляционные базы данных). В то же время сейчас всё чаще используются данные, объединённые совершенно разными структурами. Также в SQL сложно реализовать обработку неоднородных типов данных или массивов с пропущенными данными [2].

Более простым в освоении, удобным и гибким в использовании для целей обработки данных как разных традиционных форматов (файлов Microsoft Excess, Excel и др.), так и нестандартных форматов представляется библиотека Pandas для языка программирования общего назначения Python [3]. В данном случае весь процесс создания приложения, использующего файлы данных, происходит с использованием одного языка программирования, позволяющего проектировать пользовательский интерфейс, обрабатывать и анализировать массивы и представлять результаты в виде наглядного и качественного графического материала. Кроме того, язык Python очень быстро развивается, при этом к настоящему времени существуют постоянно совершенствуемые и дополняемые библиотеки для решения широкого круга как универсальных, так и прикладных, узкоспециализированных задач; к тому же появляется много новых библиотек.

Сейчас на сайтах сети Интернет можно найти множество статистики по протеканию процессов и совершению действий в различных отраслях: на производстве, в медицине, в транспортных перевозках, энергетике, торговле и других областях окружающего мира. Статистическая информация, накопленная за длительный промежуток времени, обычно представляется в виде файлов большого объёма. Ручная обработка таких файлов не представляется возможной, так как потребует больших временных и трудовых затрат и связана с появлением субъективных ошибок.

Машинная обработка данных связана традиционно с привлечением специалистов именно в отрасли работы с данными, обладающими высокой квалификацией и опытом программирования на SQL. Специалистам в других отраслях полноценное освоение SQL представляется крайне проблематичным.

Раньше инструментальных возможностей SQL вполне хватало для анализа реляционных массивов данных – быстрого поиска нужных значений и создания по ним отчёта. В настоящее же время получили распространение данные, оформленные

в виде разных форматов и структур. Это могут быть csv-файлы, обычный текст, форматы Parquet, HDF5 и другие [4]. Библиотека Pandas языка Python, являющаяся надстройкой над библиотекой Numpy, может работать со всеми этими форматами.

Целью описываемой работы является разработка последовательности достаточно простых операций (алгоритма) по обработке массивов данных, представленных в распространённых форматах, а также демонстрация примера такой обработки с использованием распространённого сейчас языка Python и подключаемых библиотек. Формального и доступного описания такого алгоритма не удалось найти ни в зарубежных, ни тем более в отечественных источниках информации.

Материалы и методы исследования

Алгоритм обработки данных разрабатывался с помощью изучения документации к библиотеке Pandas [5], примеров программ, приведённых на сайте [6] и зарубежных форумах программистов, а также апробации изложенных принципов на произведённых авторами практических вычислениях.

Разработанный алгоритм включает в себя следующие этапы:

- 1) чтение файла данных определённого формата;
- 2) выделение нескольких строк данных для обработки (по умолчанию 5) – так называемого кадра данных (data frame) для исключения переполнения памяти;
- 3) выбор из кадра данных только необходимых для исследования столбцов – определение столбцов, содержащих названия исследуемых объектов и значения исследуемого фактора;
- 4) группировка одинаковых объектов и определение правил обработки значений факторов для каждого объекта (например, суммирование численных значений фактора или счёт количества строк, содержащих информацию по объекту) и применение данного правила кадра для всех строк массива;
- 5) сортировка полученных строк результирующего массива по возрастанию или убыванию численных значений какого-либо выбранного столбца, содержащего сумму значений фактора исследования;
- 6) переименование выбранных столбцов, содержащих названия объектов и суммы факторов, для удобства дальнейшего их анализа и представления;
- 7) выбор определённого количества первых отсортированных объектов для дальнейшего отображения значений сумм фактора по ним;

account number	name	sku	quantity	unit price	ext price	date
740150	Barton LLC	B1-20000	39	86,69	3380,91	2014-01-01 07:21:51
714466	Trantow-Barrows	S2-77896	-1	63,16	-63,16	2014-01-01 10:00:47
218895	Kulas Inc	B1-69924	23	90,7	2086,1	2014-01-01 13:24:58
307599	Kassulke, Ondricka and Metz	S1-65481	41	21,05	863,05	2014-01-01 15:05:22
412290	Jerde-Hilpert	S2-34077	6	83,21	499,26	2014-01-01 23:26:55
714466	Trantow-Barrows	S2-77896	17	87,63	1489,71	2014-01-02 10:07:15
218895	Kulas Inc	B1-65551	2	31,1	62,2	2014-01-02 10:57:23
729833	Koepp Ltd	S1-30248	8	33,25	266	2014-01-03 06:32:11
714466	Trantow-Barrows	S1-50961	22	84,09	1849,98	2014-01-03 11:29:02
737550	Fritsch, Russel and Anderson	S2-82423	14	81,92	1146,88	2014-01-03 19:07:37
146832	Kiehn-Spinka	S2-82423	15	67,74	1016,1	2014-01-03 19:39:53
688981	Keeling LLC	S2-00301	7	20,26	141,82	2014-01-04 00:02:36
786968	Frami, Hills and Schmidt	S2-23246	6	61,31	367,86	2014-01-04 06:51:53
307599	Kassulke, Ondricka and Metz	S2-10342	17	12,44	211,48	2014-01-04 07:53:01
737550	Fritsch, Russel and Anderson	B1-53102	23	71,56	1645,88	2014-01-04 08:57:48

Рис. 1. Кадры данных исследуемого массива

8) выбор типа графического отображения данных;

9) построение графика либо диаграммы по выбранному отсортированному набору данных.

Большое количество массивов актуальных и прошлых данных, сформированных для разных интересных для исследования областей окружающего мира, к примеру, можно найти на сайте kaggle.com.

В качестве примера применения разработанного алгоритма рассмотрим обработку массива данных по продажам крупнейших американских компаний за 2014 г. Файл данных расположен по адресу <https://github.com/chris1610/pbpython/blob/master/data/sample-salesv3.xlsx> и представляет собой лист Microsoft Excel из 1500 строк. Три кадра данных (названия столбцов и 15 строк с данными) из данного файла приведены на рис. 1.

Рассмотрим пошаговое выполнение вышеуказанного алгоритма, применённого к данному примеру.

1. Выполняется команда обращения к массиву данных, содержащая путь к файлу (файл может быть в сети или в локальной папке на компьютере) и преобразующая формат Excel в формат Pandas.

2. Выполняется команда, загружающая в оперативную память 5 первых строк данных (на рис. 1 выделены курсивом).

Далее выполняется команда Pandas, одновременно реализующая пункты 3–5 алгоритма:

3. Так как в качестве результата исследования мы хотим выделить компании,

получившие максимальную прибыль за 2014 г., то для анализа нам нужны только два столбца данных – столбец «name», содержащий названия компаний (объекты), и столбец «ext price», содержащий доход за каждый день продаж (фактор) – указываем это в команде.

4. Производим группировку строк по названиям компаний (объектов) – результат выполнения данной операции для трёх кадров показан на рис. 2. Затем по каждой компании суммируем доходы за весь год (сумма значений фактора).

name	ext price
Barton LLC	3380,91
Frami, Hills and Schmidt	367,86
Fritsch, Russel and Anderson	1146,88
Fritsch, Russel and Anderson	1645,88
Jerde-Hilpert	499,26
Kassulke, Ondricka and Metz	863,05
Kassulke, Ondricka and Metz	211,48
Keeling LLC	141,82
Kiehn-Spinka	1016,1
Koepp Ltd	266
Kulas Inc	2086,1
Kulas Inc	62,2
Trantow-Barrows	-63,16
Trantow-Barrows	1489,71
Trantow-Barrows	1849,98

Рис. 2. Результат выбора столбцов данных для исследования и группировки объектов

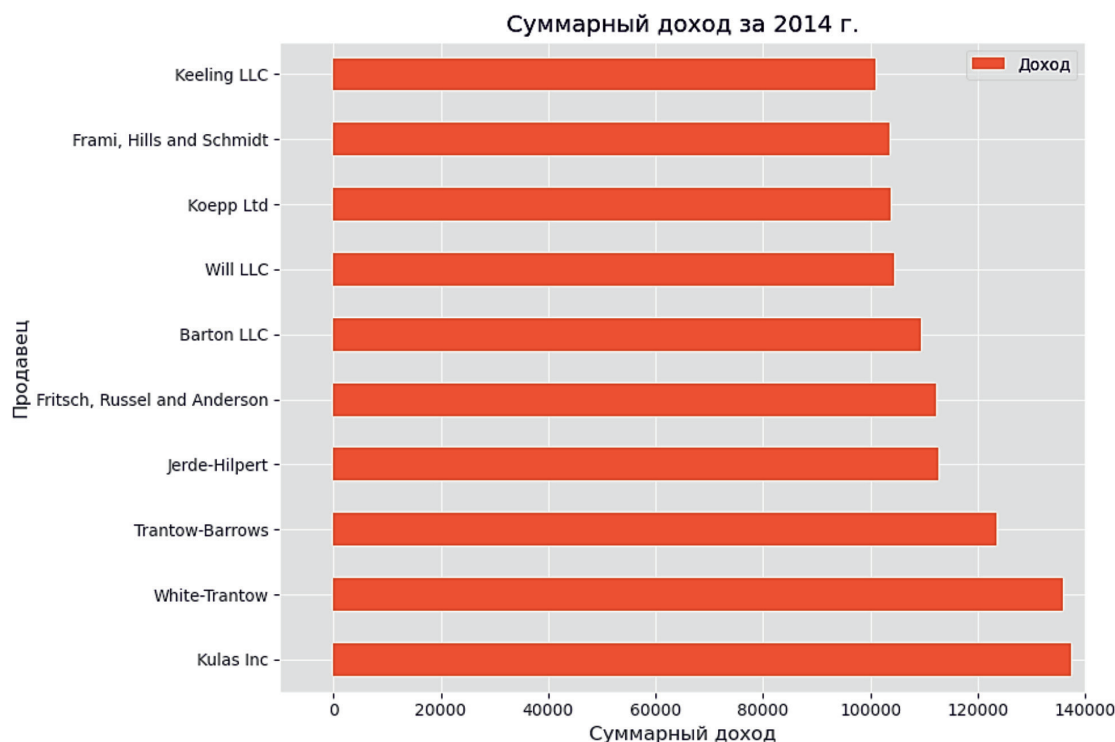


Рис. 3. Графический результат обработки массива данных

5. После выполнения команды сортировки максимальных сумм доходов по всему массиву данных в оперативной памяти формируется новый, результирующий, массив.

6. Следующей командой для удобства отображения переименовываем полученные столбцы «name», «ext price» следующим образом: «Компания», «Доход».

7. Выбираем 10 компаний с максимальным суммарным годовым доходом.

8. Этот и последующий пункт реализуется с подключением дополнительной графической библиотеки Matplotlib. В качестве типа графического отображения данных выбираем стиль «ggplot», реализующий популярный на данный момент набор графических элементов для подготовки иллюстраций научных публикаций, заимствованный из проекта обработки статистических данных «R Project». Аббревиатура «gg» переводится как «grammar of graphics», то есть определенная система строгих правил, позволяющих описывать и строить графики [7].

9. Задаём название графика, имена осей, нижний и верхний пределы отображаемых значений сумм факторов и выводим график на экран. Также пишем команду сохранения графика в виде файла рисунка.

Результаты исследования и их обсуждение

Результат выполнения программы приведен на рис. 3.

Полученный график очень наглядно показывает результат обработки массива данных и выборки наиболее успешных торговых компаний США, исходя из их суммарного годового дохода за 2014 г.

Подобные графики можно использовать для составления презентаций для научных докладов, для размещения на сайтах и т.п. Библиотека Matplotlib предоставляет практически неограниченные возможности создания любого пользовательского стиля отображения элементов графика, набора цветов, шрифтов и др.

Также имеется возможность вывода результатов в виде таблицы, которую можно использовать для дальнейшего анализа и слияния данных.

Обсуждению особенностей и преимуществ применения как языка Python, так и библиотек, расширяющих его возможности для решения всё новых задач, посвящено множество учебников и учебных пособий [8; 9], разделов и тем на форумах сети Интернет. Также рассмотрению этой тематики уделяется внимание на научных

конференциях, в том числе онлайн. При этом немного хаотичное, но очень активное развитие данного программного продукта объясняется тем, что он является некоммерческим, свободно распространяемым и используется для создания программ для решения задач в абсолютно разных областях науки и для прикладного использования. Эта возможность позволяет как множеству программистов, так и неспециалистов, вкладывать в прогресс этого программного продукта что-то новое. Опыт использования языка Python и подключаемых библиотек затем систематизируется в научных статьях и прочих изданиях. Можно сказать, что язык развивается «методом последовательных приближений и уточнений». Данная статья также преследует цель систематизации знаний, в основном по функционированию и практическому использованию библиотеки обработки и анализа данных Pandas.

Процесс написания и тестирования прикладного компьютерного приложения показал доступность и простоту реализации алгоритма обработки массива данных с помощью языка Python.

Основное предназначение разработанного алгоритма заключается в достижении лучшего понимания функционирования библиотеки Pandas. Демонстрация её базовых возможностей на примере призвана показать простоту использования и наглядность получаемых результатов.

Заключение

По результатам разработки алгоритма обработки и анализа массивов данных с использованием языка программирования Python и подключаемых библиотек Pandas и Matplotlib можно выделить следующие преимущества использования данной «связки» программных продуктов:

- разработка всей программы, начиная с загрузки данных и заканчивая выводом результата в графическом виде, осуществляется в одном приложении;
- возможность использования массивов данных, представленных практически в любом формате;

– широкие возможности по созданию выборки из массива только тех данных, которые необходимы исследователю;

– возможность сортировки данных по любому признаку;

– наглядное и качественное представление результатов исследований в виде графического материала (либо в виде таблиц, если необходимо);

– открытость и бесплатность программных кодов, простота их применения.

С учётом рассмотренных достоинств разработанный алгоритм можно рекомендовать для использования во всех отраслях научных и прикладных исследований. В частности, авторами планируется его применение для обработки баз данных по параметрам солнечного излучения и потоков воздуха в атмосфере определённых регионов с целью определения изменения мощности фотоэлектрических солнечных и ветровых электростанций. Для этого потребуются подключение дополнительных библиотек, которые уже имеются на профильных сайтах.

Список литературы

1. Быченков В.Ф. Кроссплатформенный подход к построению типовых решений обработки данных для SQL-ориентированных СУБД. Информатизация образования. 2012. № 1 (66). С. 56–73.
2. Erland Sommarskog. Arrays and Lists in SQL Server. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sommarskog.se/arrays-in-sql.html> (дата обращения: 29.05.2020).
3. Дж. Вандер Плас/ Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. СПб.: Питер, 2018. 572 с.
4. Tiago Antao. Bioinformatics with Python Cookbook: Learn how to use modern Python bioinformatics libraries and applications to do cutting-edge research in computational biology, 2nd Edition. Packt Publishing Ltd, 2018. 360 p.
5. Pandas documentation. Date: Mar 18, 2020. Version: 1.0.3. [Электронный ресурс]. URL: <https://pandas.pydata.org/docs/pandas.pdf> (дата обращения: 29.05.2020).
6. Документация по библиотекам Python с примерами. [Электронный ресурс]. URL: <https://pythonru.com/biblioteki> (дата обращения: 29.05.2020).
7. Самсонов Т.Е. Визуализация и анализ географических данных на языке R. М.: Географический факультет МГУ, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://tsamsonov.github.io/r-geo-course> (дата обращения: 29.05.2020).
8. Хайбрахманов С.А. Основы научных расчётов на языке программирования Python: учебное пособие. Челябинск: Изд-во Челябинского государственного университета, 2019. 96 с.
9. Сысоева М.В., Сысоев И.В. Программирование для «нормальных» с нуля на языке Python. Учебник. В двух частях. Часть 1. М.: ООО «МАКС Пресс», 2018. 176 с.

УДК 004.89

ПОДБОР ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТАННОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, ОСНОВАННОЙ НА АНАЛИЗЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СЕТИ

Крюкова Я.Э., Белов Ю.С.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, филиал, Калуга, e-mail: yasyok21@mail.ru

В настоящее время очень высока скорость развития электронной коммерции, социальных сетей и интернет-пространства в целом, что предоставляет пользователю огромное количество разрозненной информации. Имеющиеся самостоятельные средства систематизации и фильтрации не позволяют пользователям получить доступ к той информации, которую они ищут или которая заинтересовала бы их. Все выше описанное создало достаточно актуальную проблему поиска и отбора информации в связи с тем, что ориентироваться в постоянно растущих объемах данных все сложнее и сложнее. В результате чего получили свое распространение рекомендательные системы, то есть программы, которые стремятся предсказать, какие объекты: веб-сайты, новости, книги, фильмы и т.д. – интересны каждому конкретному пользователю, основываясь на предшествующем поведении. Цель этой статьи – отразить процесс подбора параметров разработанной модели. Проанализировать влияние выполняемых действий на результат работы системы в целом. И в заключение показать, насколько сильно изменяется качество рекомендаций одной и той же системы, что позволит сделать вывод о последствиях пренебрежения данными аспектом. Помимо этого, в статье выполнен анализ базы входных данных.

Ключевые слова: рекомендательные системы, анализ поведения пользователей в сети, подбор параметров нейронной сети, изменение ошибки обучения, изменение точности предсказания

SELECTION OF VALUES OF PARAMETERS OF THE DESIGNED RECOMMENDED SYSTEM BASED ON ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF USERS ON THE NETWORK

Kryukova Ya.E., Belov Yu.S.

Bauman Moscow State Technical University, branch, Kaluga, e-mail: yasyok21@mail.ru

Currently, the high speed of development of electronic commerce, social networks and the Internet space as a whole, which provides the user with a huge amount of disparate information. Available independent means of organizing and filtering do not allow users to access the information that they are looking for or that would interest them. All of the above has created an urgent problem of searching and selecting information, since it is more and more difficult to navigate in ever-growing volumes of data. As a result of this, recommender systems, that is, programs that seek to predict which objects are of interest to a particular user, based on previous user behavior, have gained distribution. The purpose of this article is to reflect the process of selecting the parameters of the developed model. To analyze the impact of the actions taken on the result of the system as a whole. In conclusion, to show how much the quality of recommendations of the same system changes, which will allow us to conclude about the consequences of neglecting this aspect. In addition, the article analyzes the input database.

Keywords: recommendation systems, analysis of user behavior on the network, selection of neural network parameters, change in learning error, change in prediction accuracy

Поведение пользователя достаточно абстрактная вещь, поэтому ни одна из метрик не сможет в полной мере описать мыслительные процедуры, происходящие в голове человека в процессе выбора. Но реализация работы рекомендательной системы пытается максимально точно проанализировать поведение человека, предшествующее отданию предпочтения тому или иному продукту.

Задача рекомендательной системы – проинформировать пользователя о товаре, который ему может быть наиболее интересен в данный момент времени. Клиент получает информацию, а сервис зарабатывает на предоставлении качественных требуемых услуг.

В рамках данного подхода рекомендации генерируются на основании интересов других похожих пользователей и непосред-

ственно поведения человека, которому будет сделано предсказание.

Цель исследования: рассмотреть процесс подбора параметров рекомендательной системы. А затем проанализировать изменения качества и точности получаемых предсказаний.

Объект исследования: рекомендательные системы – это алгоритмы, которые способны распознавать такие закономерности, о существовании которых люди могут даже не подозревать.

Входные данные. В данной работе в качестве входных данных была использована база данных электронной торговли «events», ее часть представлена в таблице. Для сжатия входных данных и выделения в них зависимостей используется обработчик. Он позволяет облегчить процедуру обучения и улучшить качество прогнозирования [1–3].

Часть базы данных «events»

timestamp	visitorid	event	itemid	transactionid
1433221332117	257597	view	355908	
1433224214164	992329	view	248676	
1433221999827	111016	view	318965	
1433222276276	599528	transaction	356475	4000

Где в колонке timestamp отмечено время, а именно метка времени «юникс» – это вариант кодировки времени. Время было конвертировано таким образом для удобства работы с данным параметром. Так как юникс-время занимает меньше места, следовательно, легче обрабатывать базу в целом. К тому же его можно легко конвертировать в привычную дату.

Следующий столбец visitorid, или идентификатор пользователя – это уникальное значение каждого пользователя, которое присваивается ему в момент посещения сайта.

Далее идет столбец event, или событие – все действия пользователя можно разбить на три категории, а именно view – просмотр, addtocart – добавление в корзину и transaction – непосредственно покупка.

Столбец itemid, или идентификатор товара – это уникальный идентификатор каждого товара.

И заключительный столбец transactionid, или идентификатор покупки – это уникальное значение, присваиваемое каждой покупке.

Для наглядности рассмотрим последнюю строку таблицы. Она сообщает о том, что посетитель 599528 приобрел товар 356475, идентификатор данного события 4000, временная метка данного события 1433222276276.

Ошибка обучения. В качестве функции для вычисления ошибки обучения модели была выбрана функция кросс-энтропии, или логарифмическая функция потерь. Для вычисления ошибки обучения была выбрана данная функция, так как она позволяет измерить разницу между полученными и целевыми результатами [4; 5].

Если значение функции кросс-энтропии маленькое, следовательно, предсказание достаточно точное, если большое, то нет соответственно.

В случае большой величины функции ошибки необходимо ее уменьшить, для этого применяется инструмент для обновления весов нейронов optimizer с использованием метода Адам. И выполняется своеобразное обратное распространение ошибки обучения в сочетании с градиентным спуском с «импульсом» [6–8].

Предпочтение данному методу было отдано в связи с тем, что стандартный инструмент обратного распространения ошибки обучения имеет значительный недостаток при попадании в локальные минимумы, что приводит к ошибочным результатам в работе метода.

В основе метода Адам, как уже было сказано выше, заложена концепция «импульса или момента», за счет прибавления предыдущих градиентов к текущим, при слабом обновлении весов для типичных признаков и при небольшой скорости обучения [9; 10].

Результаты работы системы. Таким образом, после выполнения всех этапов обработки спроектированная система показывает результаты, представленные на рис. 1. Данный рисунок отражает предсказание, данное системой, то есть конкретные itemid, пользователю visitorid = 56. Для определения их достоверности было выполнено сравнение полученных предсказаний с целевыми данными.

Подбор параметров системы. Для подтверждения оптимальности архитектуры разработанной системы были проведены серии экспериментов, в которых изменялись ее параметры. В качестве параметров системы были выбраны следующие:

- количество нейронов в скрытом слое «hidden_dim»;
- количество слоев рекуррентной сети «number of RNN Layers»;
- количество эпох обучения «Number of epochs»;
- скорость обучения «Learning rate».

Параметрами первой модели были выбраны:

- количество нейронов в скрытом слое = 30;
- количество слоев рекуррентной сети = 1;
- количество эпох обучения = 50;
- скорость обучения = 0,05.

Результат представлен на рис. 2–4.

Параметрами второй модели были выбраны следующие:

- количество нейронов в скрытом слое = 15;
- количество слоев рекуррентной сети = 2;
- количество эпох обучения = 30;
- скорость обучения = 0,05.

Результат представлен на рис. 5–7.

```
In [98]: print(predict(model, Input_D[40:55], ID2Ord, Ord2ID)[0])
[263513, 148666, 59635, 119736, 256706, 432171, 52039, 231796, 233439, 425920, 114763, 17478, 185847, 353436, 331381]

In [101]: print(Target_D[40])
56
[263513 148666 59635 119736 256706 432171 52039 231796 233439 425920
114763 17478 185847 353436 331381]
```

Рис. 1. Сравнение полученных предсказаний с целевыми данными

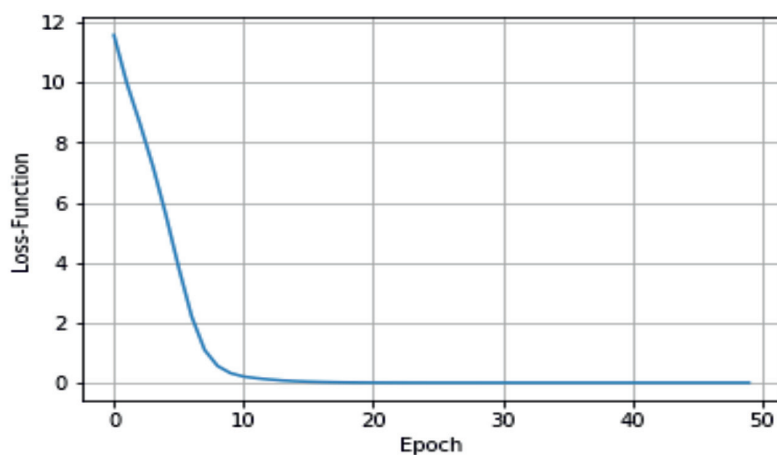


Рис. 2. Изменения ошибки обучения для первой модели

```
Epoch: 10/50..... Loss: 0.3320 Accuracy: 93.3333%
Epoch: 20/50..... Loss: 0.0208 Accuracy: 100.0000%
Epoch: 30/50..... Loss: 0.0152 Accuracy: 100.0000%
Epoch: 40/50..... Loss: 0.0152 Accuracy: 100.0000%
Epoch: 50/50..... Loss: 0.0152 Accuracy: 100.0000%
```

Рис. 3. Значения изменения ошибки обучения и точности предсказания для первой модели

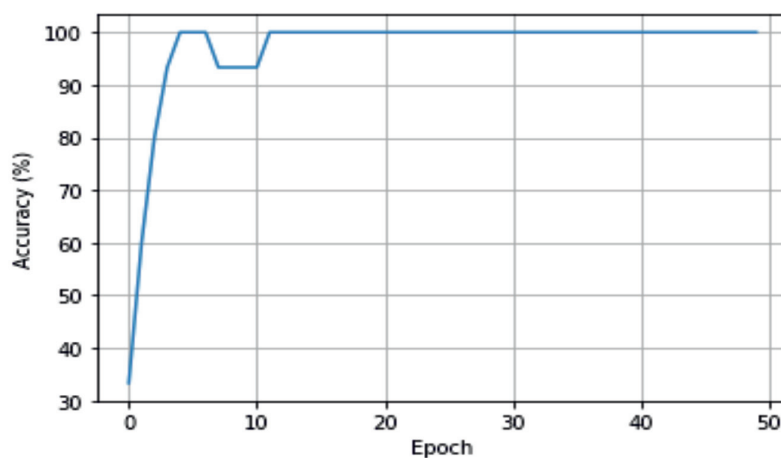


Рис. 4. График изменения точности предсказания для первой модели

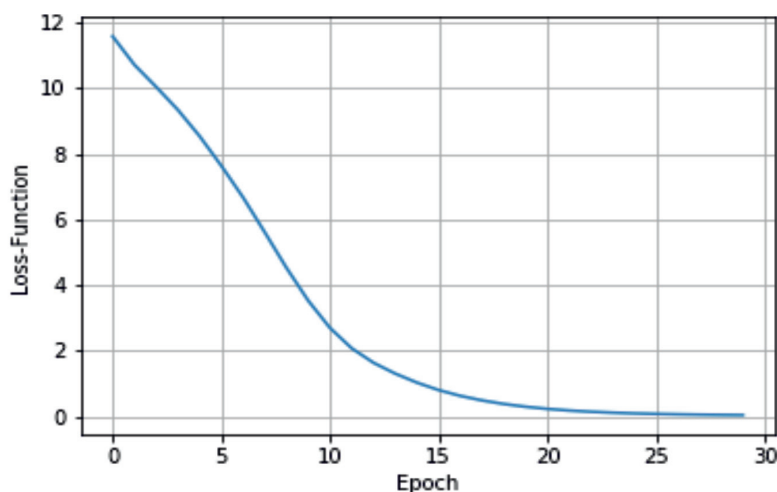


Рис. 5. Изменения функции ошибки обучения во второй модели

```
Epoch: 10/30..... Loss: 3.5238 Accuracy: 73.3333%
Epoch: 20/30..... Loss: 0.2920 Accuracy: 93.3333%
Epoch: 30/30..... Loss: 0.0358 Accuracy: 80.0000%
```

Рис. 6. Значения изменения ошибки обучения и точности предсказания во второй модели

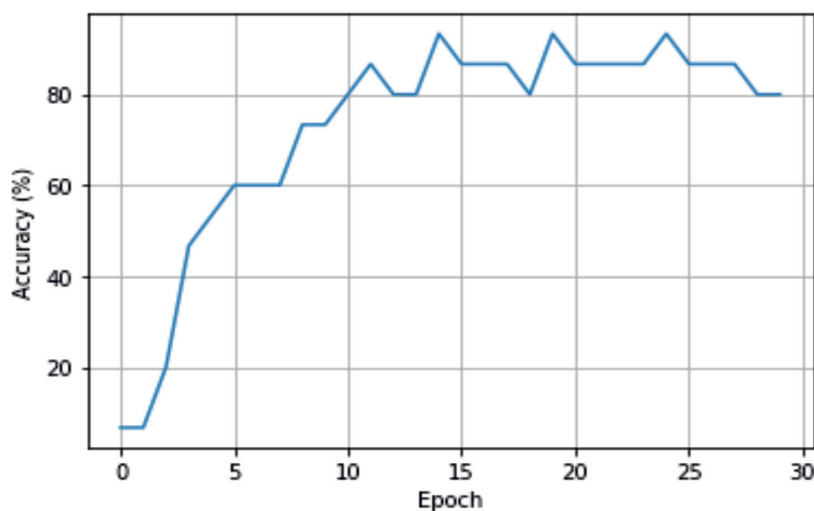


Рис. 7. Изменения точности предсказания во второй модели

Параметрами третьей модели были выбраны следующие:

- количество нейронов в скрытом слое = 15;
- количество слоев рекуррентной сети = 2;
- количество эпох обучения = 100;
- скорость обучения = 0,001.

Результат представлен на рис. 8–10.

Согласно полученным результатам первая архитектура является оптимальной. Что и отражают полученные на основании первой модели предсказания для пользователя с visitorid = 56.

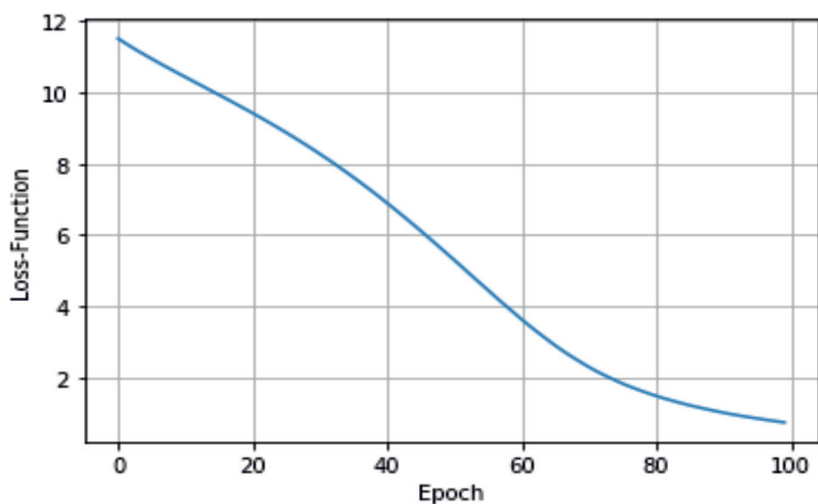


Рис. 8. Изменения ошибки обучения в третьей модели

Epoch: 10/100.....	Loss: 10.5242	Accuracy: 0.0000%
Epoch: 20/100.....	Loss: 9.5166	Accuracy: 20.0000%
Epoch: 30/100.....	Loss: 8.3891	Accuracy: 26.6667%
Epoch: 40/100.....	Loss: 7.0337	Accuracy: 46.6667%
Epoch: 50/100.....	Loss: 5.4462	Accuracy: 53.3333%
Epoch: 60/100.....	Loss: 3.7794	Accuracy: 73.3333%
Epoch: 70/100.....	Loss: 2.3918	Accuracy: 80.0000%
Epoch: 80/100.....	Loss: 1.5340	Accuracy: 86.6667%
Epoch: 90/100.....	Loss: 1.0402	Accuracy: 100.0000%
Epoch: 100/100.....	Loss: 0.7315	Accuracy: 100.0000%

Рис. 9. Значения изменения ошибки обучения и точности предсказания в третьей модели

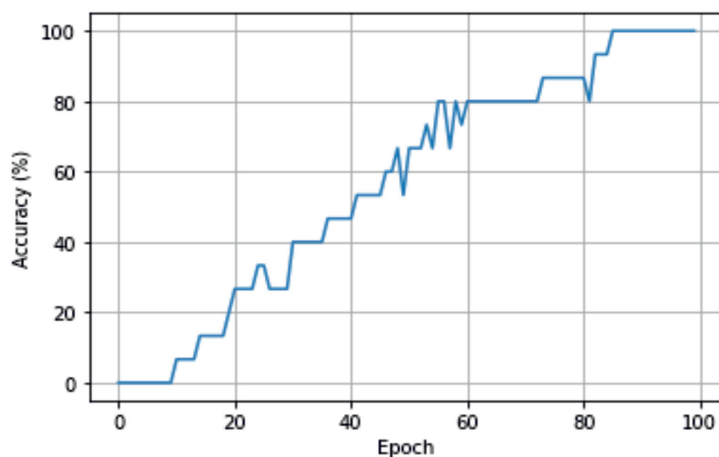


Рис. 10. Изменения точности предсказания в третьей модели

Заключение

По окончании обучения системы был произведен подбор параметров модели, для определения оптимальной архитектуры

сети, основываясь на результатах, демонстрируемых полученными ошибками обучения и значениями точности предсказаний. Существует большое многообразие рекомендательных систем и алгоритмов их реа-

лизации. Но, несмотря на их пластичность, зачастую схожие системы дают значительно разнящиеся результаты, что отражается на работе системы в целом. В данном случае для разработанной системы была подобрана оптимальная архитектура для получения качественного предсказания.

Список литературы

1. Крюкова Я.Э., Гришунов С.С., Рыбкин С.В. Исследование современных моделей поведения пользователей в сети // Международный студенческий научный вестник. 2019. № 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=19538> (дата обращения: 10.06.2020).
2. Крюкова Я.Э., Кручинин И.И. Обзор способов применения методов машинного обучения для прогнозирования поведения пользователей // Международный студенческий научный вестник. 2019. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19596> (дата обращения: 10.06.2020).
3. Крюкова Я.Э., Белов Ю.С. Прогнозирование поведения пользователей, основанное на машинном обучении // Актуальные вопросы науки: материалы юбилейной 50-й Международной научно-практической конференции (10.04.2019). М.: Изд-во «Спутник +», 2019. С. 165–167.
4. Николенко С.И., Фишков А.А. SCM: новая вероятностная модель поведения пользователей интернет-поиска // Тр. СПИИРАН. 2012. № 20. С. 72–100.
5. Николенко С.И., Фишков А.А. Обзор моделей поведения пользователей для задачи ранжирования результатов поиска // Тр. СПИИРАН. 2012. № 22. С. 139–175.
6. Comarella G., Crovella M., Almeida V., Understanding factors that affect response rates in Twitter. In Proceedings of the 23rd ACM Conference on Hypertext and Social Media. New York, USA. 2012. P. 123–132.
7. Hu H., Liu B., Wang B., Exploring social features for answer quality prediction in CQA portals. In Machine Learning and Cybernetics International Conference on. Tianjin, China. 2013. P. 1904–1909.
8. Jernite Y., Halpern Y., Hornig S., Predicting chief complaints at triage time in the emergency department. NIPS Workshop on Machine Learning for Clinical Data Analysis and Healthcare. New York, USA. 2013. P. 1–5.
9. Raikwal J., Singhai R., Saxena K., Article: Integrating markov model with knn classification for web page prediction. International Journal of Computer Applications. Berlin, Heidelberg. 2013. P. 313–323.
10. Scellato S., Noulas A., Mascolo C., Exploiting place features in link prediction on location-based social networks. In Proceedings of the 17th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. New York, USA. 2011. P. 1046–1054.

УДК 004

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА АИС «АССИСТЕНТ» ДЛЯ НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА

^{1,2}Репьев Е.Д.

¹Нижнетагильский государственный социально-педагогический институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»,
Нижний Тагил, e-mail: egor.repiev@gmail.com;

²ГАПОУ СО «Нижнетагильский торгово-экономический колледж»,
Нижний Тагил, e-mail: egor.repiev@gmail.com

В современном мире операций, связанных с процессами, которые выполняются в автоматическом и (или) полуавтоматическом режиме, становится все больше: электронные журналы, заказ справок, запись на прием, подача документов и т.д. С современными потребностями сталкиваются, без сомнения, образовательные учреждения. В большинстве своем образовательные учреждения заказывают разработку информационных систем, которые помогают им автоматизировать процессы или же разрабатывают своими силами. Разработка информационных систем своими силами дает возможность настраивать каждый аспект функциональности системы под заданные требования. В большинстве случаев образовательному учреждению нужна такая информационная система, которая обеспечивала бы максимально автоматизированный и простой способ удовлетворения потребностей работников, студентов, абитуриентов и преподавателей. Разработка информационной системы для образовательного учреждения – трудоемкий процесс. У информационных систем, которые должны быть окном между образовательными процессами и субъектами образовательных функций, должен быть долгий жизненный цикл с постоянными обновлениями. Также система должна быть легко конфигурируемой и наращиваемой, чтобы удовлетворять большинство запросов образовательного учреждения. Модульность системы – главный аспект разрабатываемой системы, т.к. это должна быть единая система для удовлетворения информационных потребностей участников образовательного и хозяйственного процессов в образовательном учреждении.

Ключевые слова: информационная система, разработка, модульная система, веб-приложение, система контроля версий, образовательная информационная система

DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE PRODUCT AIS «ASSISTANT» FOR THE NIZHNY TAGIL TRADE AND ECONOMIC COLLEGE

^{1,2}Repiev E.D.

¹Nizhny Tagil State Socio-Pedagogical Institute (branch) of Federal State Autonomous educational institution «Russian state vocational pedagogical University, Nizhny Tagil, e-mail: egor.repiev@gmail.com;

²State Autonomous Professional Educational Institution of the Sverdlovsk Region
«Nizhny Tagil Trade and Economic College», Nizhny Tagil, e-mail: egor.repiev@gmail.com

In the modern world, the majority of operations related to processes that are performed in an automatic and (or) semi-automatic mode are becoming more and more: electronic journals, ordering information, making an appointment, submitting documents, etc. Educational needs are no doubt confronting modern needs. For the most part, educational institutions order the development of information systems that help them automate processes or develop on their own. The development of information systems on their own makes it possible to customize every aspect of the functionality of the system to specific requirements. In most cases, an educational institution needs an information system that would provide the most automated and simple way to meet the needs of employees, students, applicants and teachers. Developing an information system for an educational institution is a laborious process. Information systems, which should be a window between educational processes and subjects of educational functions, should have a long-life cycle with constant updates. Also, the system must be easily configurable and scalable to satisfy most of the needs of an educational institution. The modularity of the system is the main aspect of the system being developed, as it should be a single system to meet the information needs of participants in educational and business processes in an educational institution.

Keywords: information system, development, modular system, web-application, version control system, educational information system

Во время полной цифровизации и автоматизации однотипных и монотонных процессов важно, чтобы у каждого предприятия была информационная система, которая поможет не только в автоматизации внутренних процессов, но также и при работе с внешними данными и клиентами. Так же можно сказать и про образовательные учреждения: им необходимо, чтобы

все участники образовательного процесса имели доступ к автоматизированной системе общего характера. В век современных технологий все программное обеспечение переезжает в «облако», так что разработка облачного программного продукта является актуальной.

У образовательного учреждения ГАПОУ СО «Нижнетагильский торгово-экономи-

ческий колледж» появилась необходимость создать программный продукт, который будет воплощать в себе единое информационное поле, в котором можно удовлетворить технологические и информационные потребности работников, студентов, преподавателей, абитуриентов и прочих субъектов образовательного учреждения. В связи с этим руководство образовательного учреждения поставило цель: создать единую, модульную информационную систему, которая будет удовлетворять потребностям всех субъектов образовательного учреждения. Модульность необходима для того, чтобы в случае необходимости была возможность нарастить функционал информационной системы с минимальными затратами и потерями, но при этом между модулями существовала связь.

Материалы и методы исследования

В данной статье рассматриваются технологии проектирования и разработки программного продукта, отвечающего следующим требованиям [1; 2]:

- модульность информационной системы с целью наращивания функционала;
- закрытая регистрация в информационной системе, а также разноуровневый доступ к системе;
- использование рассылки электронной почты для доведения информации до пользователей;
- возможность загружать файлы в информационную систему с разноуровневым доступом к файлам;
- генерация QR-кодов;
- шифрование данных в базе данных как последний оплот защиты информации пользователей;
- простой доступ к информационной системе через веб-платформу;
- открытое API для написания приложений-форков;
- поддержание обновлений информационной системы на всем жизненном цикле.

На этапе проектирования была выбрана методология объектного проектирования (UML-проектирования).

Разработка программного продукта велась на языках программирования PHP, JavaScript. Также были использованы: HTML, CSS, SCSS.

Результаты исследования и их обсуждение

Программное обеспечение «Ассистент» служит для связывания аутентификационных данных пользователей системы с модулями программного обеспечения Ассистент. «Голый» Ассистент содержит в себе минимально необходимый пакет библиотек,

устанавливает требования к программному исполнению сервера, принципам обращения к базе данных и объявлениям сущностей системы.

Пользователь – такая сущность, которая содержит в себе идентификационные и аутентификационные данные о конкретном пользователе системы. Идентификационные и аутентификационные данные хранятся в разных таблицах.

Первая таблица – идентификационные данные о пользователе. Все данные зашифрованы симметричным ключом. Минимальный набор данных, хранимых в таблице идентификационных данных пользователей:

- уникальный идентификатор;
- фамилия;
- имя;
- отчество (при наличии);
- дата рождения;
- адрес электронной почты;
- номер мобильного телефона Российской Федерации.

Аутентификационные данные хранятся в виде дайджеста сообщения, «приправленные солью». Сама «соль» представляет собой дешифруемое сообщение длиной 256 символов [3; 4]. Ключ симметричного шифрования генерируется системой при первом запуске.

Пользовательская таблица с аутентификационными данными содержит в себе такой набор данных:

- уникальный идентификатор;
- дайджест логина;
- дайджест пароля;
- зашифрованная «соль»;
- зашифрованный массив (JSON-данные) уровней доступа.

В системе реализована таблица, которая содержит в себе данные о подключенных модулях к информационной системе. Таблица содержит в себе следующие данные:

- уникальный идентификатор;
- наименование модуля на русском языке;
- наименование модуля на латинице;
- JSON-объект, хранящий в себе пункты для меню;
- относительный путь модуля с начала домена. Например, запись «ex» гласит о том, что модуль будет доступен по адресу <https://example.com/modules/ex>;
- булевый тип, свидетельствующий о публичном доступе модуля. Если стоит ложь, то система доступна только администраторам информационной системы;
- порядковый номер версии модуля.

При старте системы она будет доступна только для адресного пространства localhost. Изменение этого параметра воз-

можно при изменении конфигурационного файла модуля «First-start».

На рис. 1 представлен процесс регистрации системы [5]. Для полноценной работы информационной системы необходимо, чтобы система имела возможность отправлять

письма на электронную почту, подключаться к базе данных, регистрировать и делегировать пользователей, добавлять модули информационной системы. По умолчанию конфигурационные файлы не существуют. Они создаются в процессе регистрации.

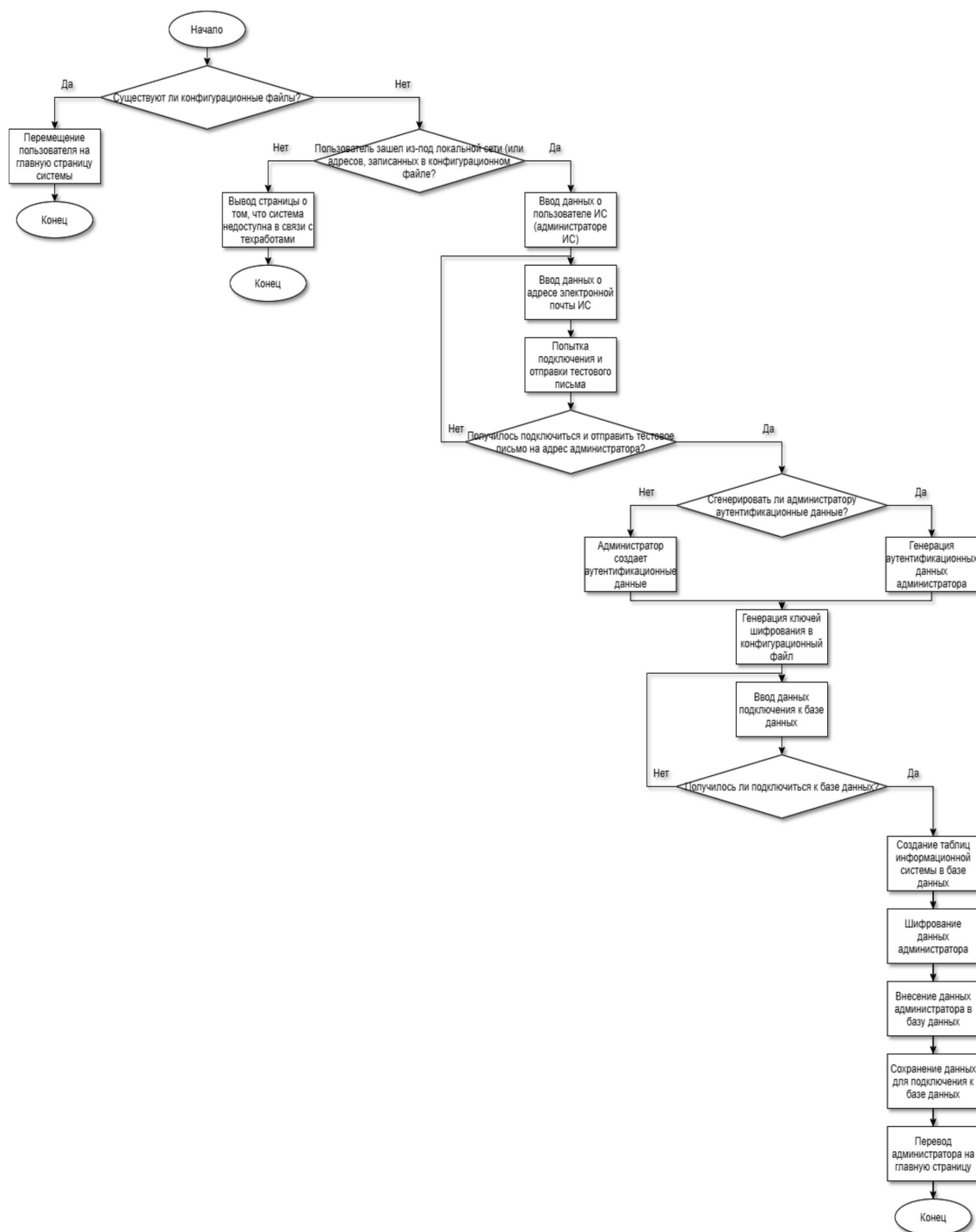


Рис. 1. Схема регистрации информационной системы на новом сервере

Авторизация пользователей происходит по стандартной схеме: пользователь вводит пару логин/пароль, система проверяет эти данные на корректность или существование и продолжает работать по той схеме, которая зависит от авторизации пользователя (рис. 2). Процедура выхода из системы вы-

глядит таким образом: токен очищается из записи пользователя.

Проверка токена на актуальность: когда пользователь авторизовался, ему предоставляется токен. Если токен, с которым идентифицируется пользователь, не существует, то токен удаляется у пользователя (рис. 3).

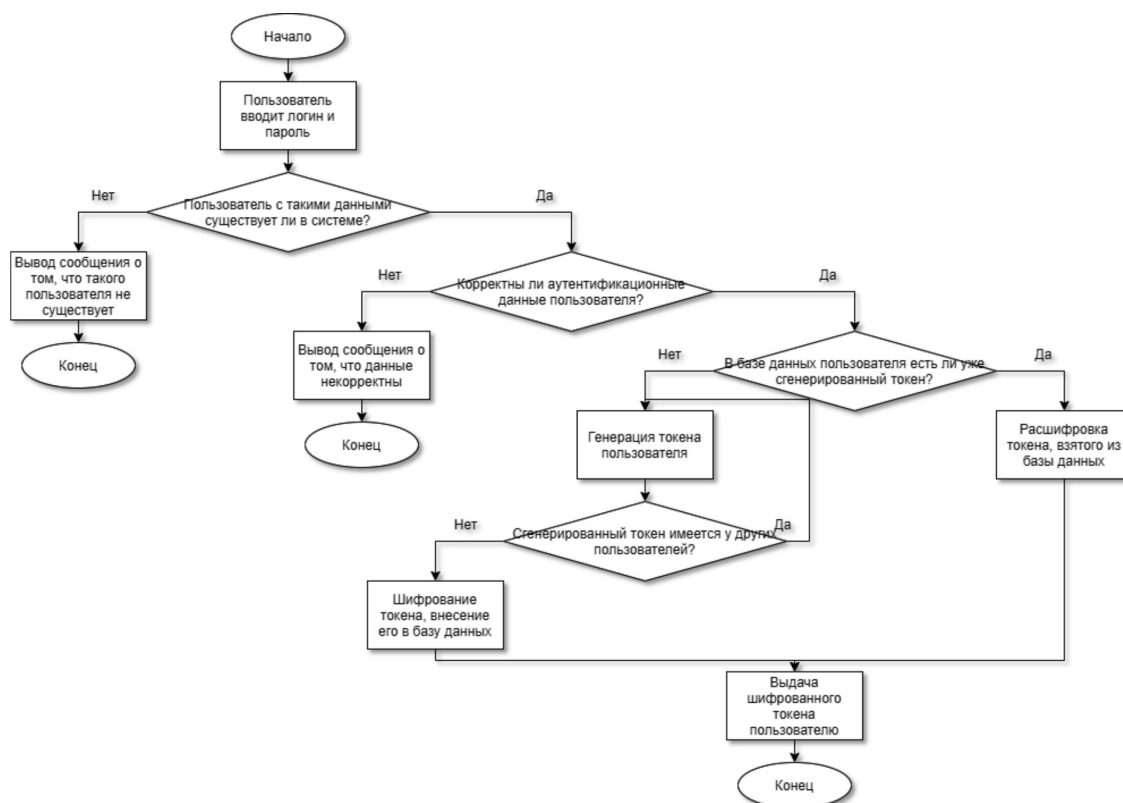


Рис. 2. Схема авторизации пользователя



Рис. 3. Проверка предоставляемого токена

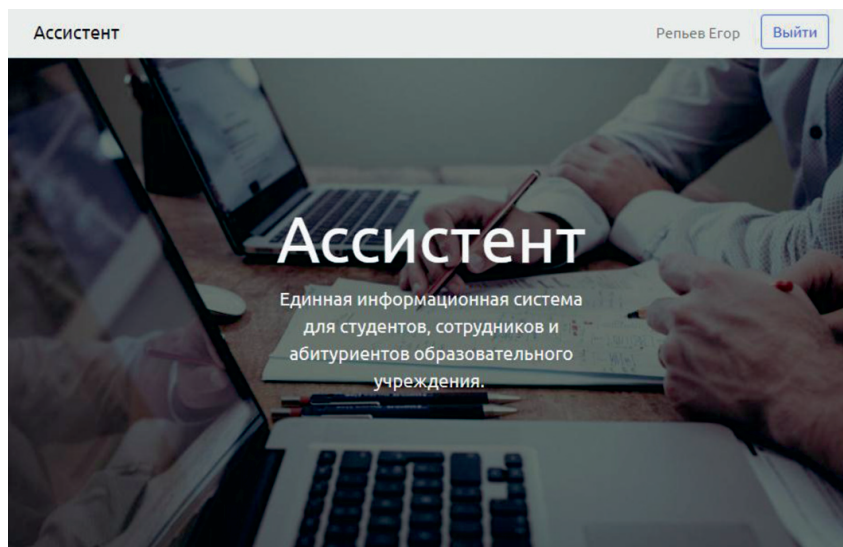


Рис. 4. Страница, принявшая вид для авторизованного пользователя

Рис. 5. «Администраторская панель». Конфигурация системы

После доступа в систему пользователь попадает в систему как авторизованный пользователь (рис. 4).

Администраторам системы доступен режим «Администраторской панели» в лич-

ном кабинете (рис. 5). В этой панели администраторы могут:

- регистрировать новых пользователей;
- редактировать данные у уже имеющих пользователей;

- изменять аутентификационные данные у уже имеющих пользователей;
- удалять уже имеющих пользователей;
- изменять конфигурацию подключения к серверу баз данных (MySQL);
- изменять конфигурацию подключения к сервису рассылки электронных писем (SMTP-протокол).

Заключение

Разработанная система является скелетом для дальнейшего разворачивания модулей, необходимых для автоматизации учебной, управленческой деятельности в Нижнетагильском торгово-экономическом колледже. Реализованы механизмы регистрации системы на сервере, регистрации и авторизации пользователей в системе. Все регистрационные данные хранятся в базе данных. Каждый пользователь имеет разноразрядные права доступа к различным модулям системы. Доступ к системе осуществляется через веб-интерфейс.

Представленная система позволит организовать единое хранилище данных и сервисов в образовательном учреждении, доступ к которому зависит от прав конкретного пользователя и возможен

с любого компьютера. Внедрение системы существенно сократит время на поиск информации, составление отчетов, позволит осуществлять оперативное взаимодействие сотрудников учреждения.

Список литературы

1. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19-201-78> (дата обращения: 12.06.2020).
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 15271-2002. Информационная технология. Руководство по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 (Процессы жизненного цикла программных средств) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19-201-78> (дата обращения: 12.06.2020).
3. Васева Е.С., Бужинская Н.В., Шушпанов М.С. К разработке информационной системы автоматизации процессов защищенного хранения и передачи данных // Программная инженерия. 2020. № 2. С. 123–128.
4. Попыкин А.В. Аспекты обеспечения информационной безопасности современных систем электронного документооборота // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения: материалы I Всероссийской научной конференции: в 2 частях. Министерство образования и науки Российской Федерации; Тольяттинский государственный университет. 2017. С. 460–466.
5. Язык нотаций: как объяснять сложные процессы с помощью блок-схем [Электронный ресурс]. URL: <https://emailsoldiers.ru/blog/notation-language-and-flowcharts> (дата обращения: 25.06.2020).

УДК 004.4

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «ЛИЧНЫЙ БЛОКНОТ ДЛЯ ЗАПИСИ МЫСЛЕЙ»

Слепов В.А.

Нижнетагильский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижний Тагил, e-mail: vlad.slepov@gmail.com

Актуализируется необходимость разработки личного блокнота для записи мыслей. Определяются этапы разработки предложенного программного продукта: изучение предпочтений пользователей, определение требований к программе и проектирование, разработка графического интерфейса программы, разработка приложения, оформление необходимой документации. Для анализа предпочтений пользователей предложен вариант набора вопросов социологического опроса для определения актуальности разработки. Полученные результаты опроса обработаны и продемонстрированы посредством диаграмм. Формирование общих требований к программному продукту показано с помощью диаграммы прецедентов. Диаграмма прецедентов определяет особенности программного продукта, отображает все способы взаимодействия пользователя: авторизация в приложении, создание, редактирование и удаление записей. Построена диаграмма активности, которая позволяет детализировать особенности реализации программным продуктом операций и прецедентов. Графический интерфейс создан средствами набора расширений графического фреймворка Qt для языка программирования Python. Выполнено тестирование программного продукта, результаты тестирования показали работоспособность продукта, все запланированные на этапе проектирования функции выполняются без ошибок. Предложен вариант развития проекта – создание мобильной версии. Описанный пример применения технологий проектирования и разработки продукта может быть использован при создании подобных программных решений.

Ключевые слова: программный продукт, проектирование, диаграмма прецедентов, диаграмма активности, разработка, Python, PyQt

DESIGN AND DEVELOPMENT OF THE PROGRAM PRODUCT «PERSONAL BLOCK FOR RECORDING THOUGHTS»

Slepov V.A.

Nizhny Tagil Technological Institute (branch) of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin», Nizhny Tagil, e-mail: vlad.slepov@gmail.com

The need to develop a personal notebook for recording thoughts is being updated. The stages of development of the proposed software product are determined: the study of user preferences, the definition of requirements for the program and design, the development of the graphical interface of the program, application development, design of the necessary documentation. To analyze user preferences, a variant of a set of questions of a sociological survey is proposed to determine the relevance of the development. The survey results were processed and demonstrated through diagrams. The formation of general requirements for a software product is shown using the use case diagram. The use case diagram defines the features of the software product, displays all the ways the user interacts: authorization in the application, creating, editing and deleting entries. An activity diagram is constructed that allows you to detail the features of the implementation of the software product operations and use cases. The graphical interface was created by means of the set of extensions of the Qt graphical framework for the Python programming language. The software product was tested, the test results showed the performance of the product, all the functions planned at the design stage are performed without errors. A project development option is proposed – the creation of a mobile version. The described example of application of product design and development technologies can be used to create similar software solutions.

Keywords: software product, design, use case diagram, activity diagram, development, Python, PyQt

В настоящее время пользователи используют компьютеры для решения самых разнообразных задач: планирования дел, организации досуга, передачи нужной информации и др. Компьютер – это незаменимый помощник человека в быстром и эффективном выполнении его функций. При этом в процессе работы в Интернете часто пользователям необходимо сделать какие-то заметки, сохранить интересные цитаты, данные для доступа на тот или иной сайт и др. Существует ряд работ, посвященных проблеме определения функционально-

сти программ, позволяющих вести записи, учет и планирование времени, выбора соответствующих технологий разработки. Автор [1] предлагает программу «Weekly planner», которая позволяет выполнять привязанные к календарю записи и предназначена для выполнения на смартфонах или планшетах. В работе [2] предлагается система «On-line ежедневник», доступ к которой возможен для нескольких пользователей с различными правами доступа: от простого просмотра до изменения и удаления записей. Особенностью предлагаемой

в данной статье программы является возможность защищенного хранения важной информации. Кроме того, данное приложение может быть использовано в качестве ежедневника с функцией напоминания об определенном событии.

Цель исследования заключается в описании процессов проектирования, разработки и тестирования приложения для ведения заметок «Личный блокнот для записи мыслей». Программа должна быть разработана на языке программирования Python с использованием фреймворка Qt [3]. Отметим, что реализация действий на этапах проектирования, разработки и тестирования является универсальной и может быть интересна разработчикам любых программных продуктов.

Материалы и методы исследования

Решение данной задачи осуществлялось в несколько этапов, которые соответствуют требованиям ГОСТ [4; 5].

1. Изучить предпочтения пользователей.
2. Выполнить проектирование и определить требования к программе.
3. Разработать графический интерфейс для программы.
4. Разработать приложение.
5. Протестировать программу.
6. Оформить необходимую программную документацию.

Рассмотрим каждый из перечисленных выше этапов более подробно. На первом этапе был проведен опрос респондентов с целью выяснения их мнения о разрабатываемом программном продукте. Для того чтобы опросить большее количество респондентов, была разработана анкета в Google Forms. Данная анкета была предложена пользователям разного возраста. Результаты анкетирования использовались для выделения основных функций приложения.

На этапе проектирования были визуализированы действия пользователя при ра-

боте с программой. Визуализация осуществлялась на основе языка UML, который используется для графического описания процессов. Кроме того, на данном этапе были определены требования к программе и, в соответствии с данными требованиями, выполнен отбор средств разработки.

Процесс разработки программы условно был разделен на два этапа: на первом этапе создавался интерфейс, а на втором – написан программный код. Для разработки программы использовался язык Python. В PyQt создавался интерфейс, затем он перекомпилировался в формат .py. Вся дальнейшая разработка осуществлялась на языке Python в интегрированной среде IDLE.

Далее программа была протестирована, результаты тестирования оформлены в виде тест-кейсов. Все ошибки, выявленные в процессе тестирования, были исправлены. На заключительном этапе был оформлен документ «Руководство пользователя».

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим процедуру разработки приложения. На первом этапе был проведен социологический опрос для оценки актуальности проекта. Пользователям разного возраста были заданы два вопроса.

1. Пользуетесь ли Вы приложениями для ведения заметок?

2. Какие критерии важны для Вас при выборе приложения для ведения заметок?

Результаты распределения ответов на опрос представлены на рис. 1–2.

Среди всех анкетированных 45% отметили, что они постоянно ведут ежедневник и/или составляют список дел. На основе полученных данных можно сделать вывод, что такое приложение будет пользоваться спросом у пользователей, тем более если оно будет установлено на компьютер или ноутбук, за которым человек проводит много времени.

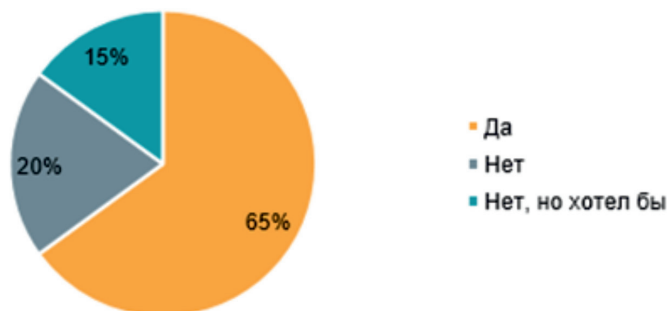


Рис. 1. Результаты ответа на вопрос «Пользуетесь ли Вы приложениями для ведения заметок?»

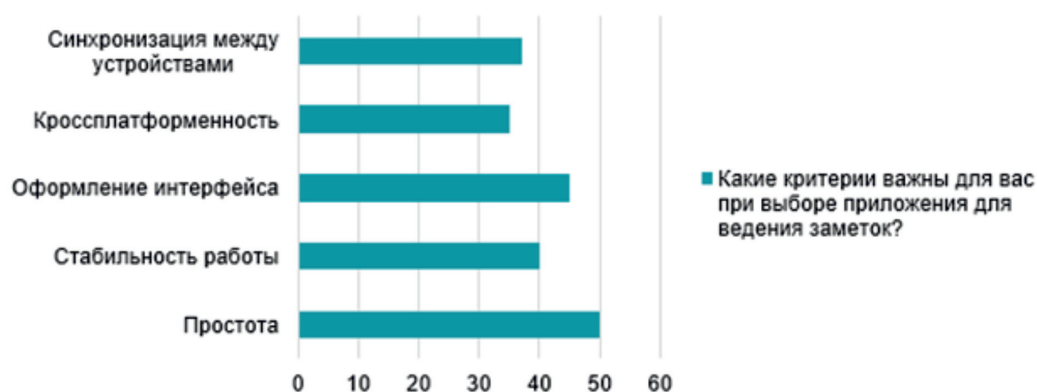


Рис. 2. Результаты ответа на вопрос «Какие критерии для Вас важны при выборе приложения для ведения заметок?»

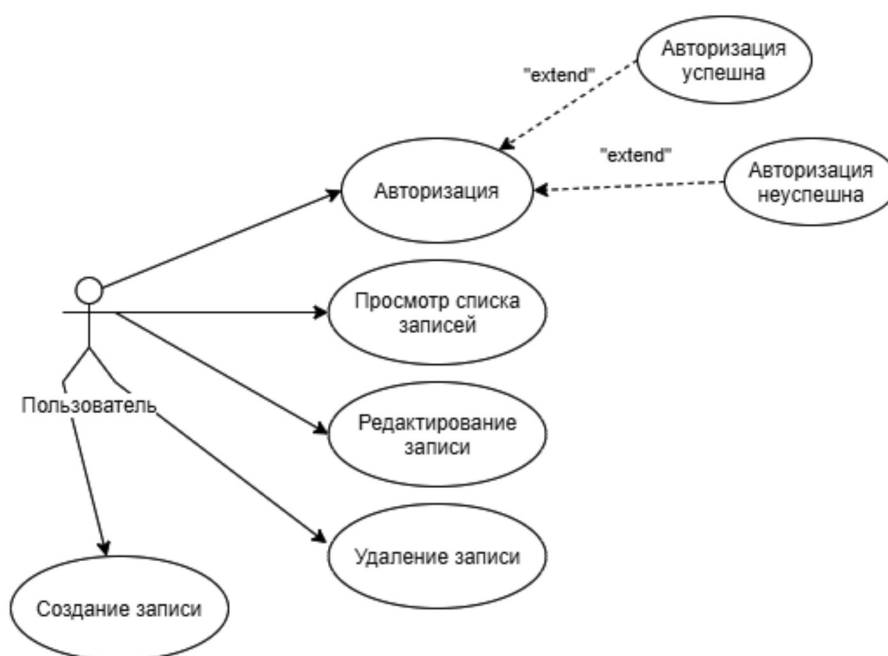


Рис. 3. Диаграмма прецедентов

Далее было выполнено проектирование для выделения основных функций будущего программного продукта, формирования требований, разработки концептуальной модели системы для ее последующей детализации [6–8], которые отображены с помощью диаграммы прецедентов (рис. 3). Диаграмма прецедентов может быть использована для определения способов использования программных продуктов, предназначенных для автоматизации задач из самых разнообразных предметных областей [9–11].

Согласно диаграмме прецедентов пользователь имеет возможность зайти в приложение со своим логином и паролем, создать нужную запись. Также он может редактировать, удалять и добавлять заметки.

Далее была создана диаграмма активности, которая позволяет детализировать особенности реализации программным продуктом операций и прецедентов. На рис. 4 показана детализация прецедента «Авторизация»: после запуска приложения пользователь видит окно для ввода ло-

гина и пароля, вводит соответствующую информацию. Если авторизация прошла успешно, пользователь может добавлять новые заметки, редактировать и удалять уже существующие.

Этап проектирования позволил сформулировать набор функций программы:

- оформление заметок в различные дни, с привязкой к календарю;
- использование как ежедневник для напоминания о важных событиях;
- вывод информации о событиях;
- защита данных паролем.

Интерфейс программы был выполнен с помощью PyQt5 [12; 13]. Это набор библиотек для Python для создания графического интерфейса. Для его установки в командной строке необходимо набрать команду *pip3 install pyqt5*, далее запустить Designer и создать графический интерфейс пользователя. Графический интерфейс должен быть мак-

симально удобным и понятным для пользователя. Отметим, что создание графического интерфейса посредством Designer предполагает работу с такими элементами, как диалоговые окна, кнопки, метки и поля. В дальнейшем, уже непосредственно в среде программирования для Python, к данному интерфейсу необходимо добавить функции обработки данных. Структура программного продукта представлена на рис. 5.

В папке *dist* находится исполняемый файл, чтобы не требовалось установки Python и библиотек для запуска приложения. Для компиляции в EXE файл использовалась библиотека Pyinstaller. В папке *script* расположены файлы интерфейса, импортированные в Python из Qt Designer с помощью *pyuic5*. В папке *UI* находятся исходные XML-файлы описания интерфейса, созданные в Qt Designer. В *Diary.py* прописан исходный код программы.

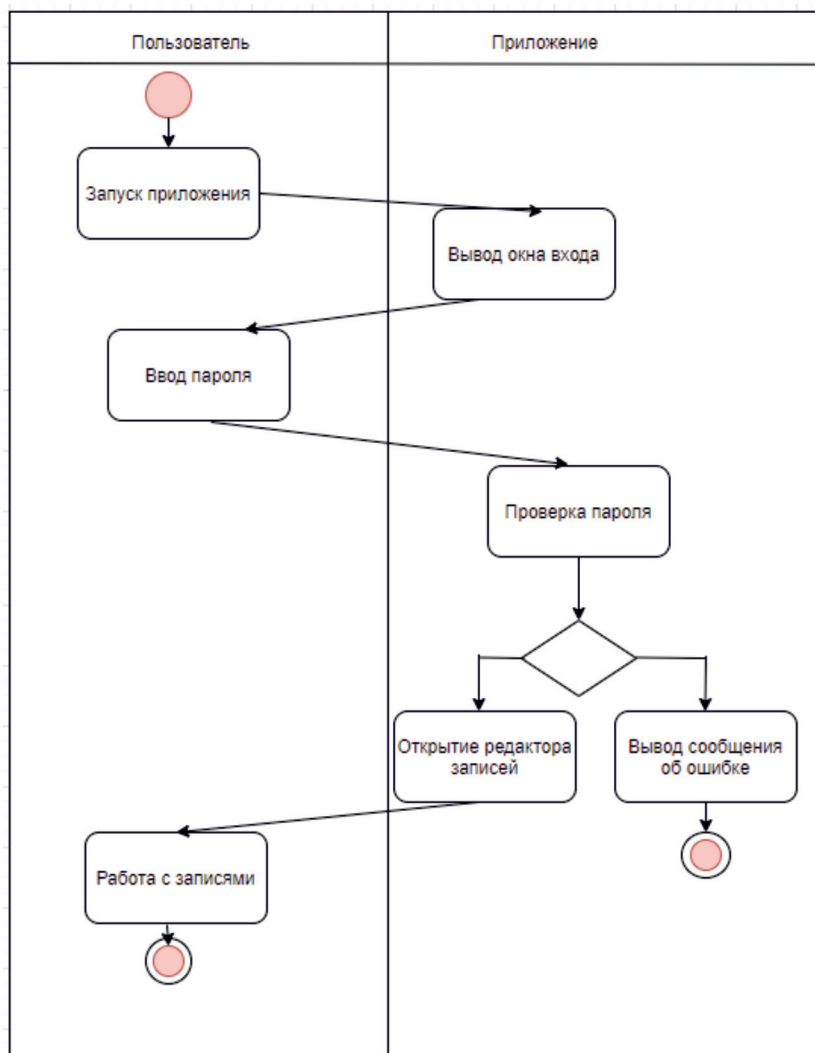


Рис. 4. Диаграмма активности

Для кнопки в главном окне, в котором хранится список всех заметок, задана функция-обработчик, которая вызывает окно создания заметки, а дальше управление передаётся согласно его вну-

тренней логике. При двойном клике на любой из существующих заметок срабатывает обработчик, который вызывает окно редактирования.

Интерфейс программы показан на рис. 6.

Имя	Тип
dist	Папка с файлами
script	Папка с файлами
UI	Папка с файлами
Diary	Python File

Рис. 5. Структура программы

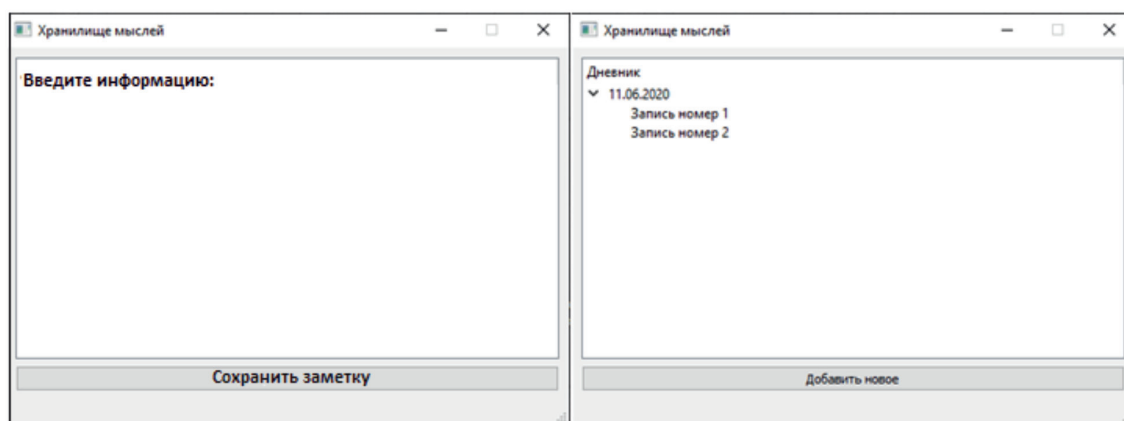


Рис. 6. Пример реализации в Python

Результаты тестирования программы

Вид теста	Содержание теста	Результат теста
Регистрация в программе	1. Нажать на кнопку «Регистрация». 2. Ввести необходимые параметры. 3. Нажать на кнопку «Сохранить». 4. Проверить вход в программу (см. п. «Организация входных данных»)	Выполнен
Организация входных данных	1. Ввести логин, который состоит из английских букв и цифр. 2. Ввести пароль, который включает только цифры. 3. Выполнить вход в программу. 4. Если программа выдает ошибку, вернуться к пункту 1	Выполнен
Открытие окна для создания заметок	1. Нажать на кнопку «Добавить новое». 2. Ввести информацию. 3. Нажать кнопку «Сохранить заметку»	Выполнен
Редактирование существующей заметки	1. Открыть существующую заметку. 2. Выбрать «Карандаш». 3. Внести изменения. 4. Сохранить изменения	Выполнен
Удаление заметки	1. Нажать на кнопку «Удалить заметку». 2. Подтвердить удаление заметки. 3. Нажать на кнопку «ОК». 4. Вернуться к полю для создания новой заметки	Выполнен

На последнем этапе было проведено тестирование программного продукта методом черного ящика. Метод черного ящика заключается в проверке функционального поведения программы как результата всех возможных действий пользователя. Итоги тестирования представлены в таблице.

«Личный блокнот для записей мыслей» разработан с учетом пожеланий будущих пользователей. Он имеет предпосылки для дальнейшего развития, а именно планируется создание мобильной версии приложения. Кроме того, планируется доработать еще одну важнейшую функцию данного программного продукта – возможность сохранять в заметках фотографии.

Заключение

Описанный пример применения технологий проектирования и разработки продукта может быть использован при создании подобных программных продуктов. Кроме того, этапы разработки данной программы могут быть интересны для всех пользователей, разрабатывающих программные продукты на языке Python.

Список литературы

1. Димитриев Р.С. Weekly planner. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016614019, 12.04.2016. Заявка № 2015662492 от 18.12.2015.
2. Алексеев С.А. On-line ежедневник – электронная система планирования времени // Молодые ученые – промышленности, науке, технологиям и профессиональному образованию: проблемы и новые решения: сборник научных докладов VII Международной научно-практической конференции. 2007. С. 300–303.
3. Бэрри Пол. Изучаем программирование на Python. М.: Эксмо, 2017. 624 с.
4. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19-201-78> (дата обращения: 12.06.2020).
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 15271-2002. Информационная технология. Руководство по применению ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 (Процессы жизненного цикла программных средств). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-19-201-78> (дата обращения: 12.06.2020).
6. Васева Е.С., Смирнов М.С. Виртуальная экскурсия по образовательному учреждению: особенности проектирования // Наука и перспективы. 2018. № 1. С. 68–74.
7. Ведерников Н.А., Бужинская Н.В. Применение языка программирования C++ для разработки электронных образовательных ресурсов по математике // Научное обозрение. Технические науки. 2019. № 3. С. 15–20.
8. Смагина Н.В. Автоматизация деятельности кондитерского производства с использованием 1С: Предприятия // Ростовский научный журнал. 2016. № 6. С. 41–53.
9. Драчев В.В., Бужинская Н.В., Васева Е.С. Разработка программного решения для автоматизации оперативного изменения контента сайтов, созданных с помощью CMS WordPress // Программная инженерия. 2019. Т. 10. № 7–8. С. 334–343.
10. Широбокова С.Н., Бабеев М.С. Визуальное UML-моделирование деловых процессов управления бухгалтерского учета вуза // Теория, методы проектирования, программно-техническая платформа корпоративных информационных систем: материалы 14-ой Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова. 2016. С. 148–154.
11. Шурыгин И.С., Филимонов В.Ю., Вдовенко В.В. Диаграмма прецедентов информационной системы исследования и прогнозирования состояния геологических резервов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2011. Т. 1. № 7. С. 415–416.
12. Горожанов А.И. PyQt 5 для лингвистов: профессионально-ориентированное программирование. Электронное учебное пособие. [Электронный ресурс]. URL: <https://pyqtforlinguists.appspot.com/book.pdf> (дата обращения: 12.06.2020).
13. Жуков Р.А. Язык программирования Python: практикум. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений и обучающихся по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика» (квалификация (степень) «бакалавр»). М.: ИНФРА-М, 2019. 214 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИИ ВЫБРАННЫХ WEB-РЕСУРСОВ

Шевченко А.С., Абрамова О.Ф.

Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ «Волгоградский государственный технический университет», Волжский, e-mail: shev.vvt@gmail.com

Современное общество по праву можно назвать информационным. Количество пользователей глобальной сети, а, следовательно, и количество информации, представляемой в различных форматах, увеличивается все возрастающими темпами. В связи с этим все большее значение приобретают средства поиска необходимой информации. Пользователи без средств автоматизации поиска просто не смогут найти нужную информацию. Часто даже на отдельном сайте, а иногда и на отдельной странице, необходимо использование автоматизированного поиска информации. Особую актуальность также приобретают приложения и ресурсы, которые позволяют сравнивать и отслеживать изменения информации на одном или нескольких ресурсах. Так как простота и скорость доступа к нужной информации в нужном виде являются одной из основных задач большинства пользователей глобальной сети. Основной проблемой поиска и отслеживания информации является выбор оптимального решения. Так как на сегодняшний день существует большое количество различных программ, ресурсов и технологий, призванных решать эту задачу. Все существующие решения имеют свои достоинства и недостатки. Иногда создание собственного решения является более оптимальным, чем попытка поиска, освоения и использования готовых продуктов. Наиболее простой подход для получения информации со страниц сайтов в автоматическом режиме – это поиск элементов на странице на основе ее исходного кода. Каждый элемент на странице обладает набором свойств, которые позволяют его однозначно идентифицировать. Благодаря этому можно получать информацию с различных сайтов в автоматизированном режиме, например с помощью приложений. В статье предлагается рассмотреть возможность создания мобильного приложения для отслеживания информации о ценах товаров, для того чтобы можно было быстрее и проще отслеживать изменения цен. А кроме того, определять динамику их изменения, что обычно не доступно на сайтах с товарами.

Ключевые слова: проблема поиска, мониторинг информации, мобильное приложение, поиск информации

RESEARCHING PROBLEMS AND DEVELOPING AN AUTOMATED SOLUTION IN THE FIELD OF MONITORING INFORMATION OF SELECTED WEB RESOURCES

Shevchenko A.S., Abramova O.F.

Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of VSTU, Volzhsky, e-mail: shev.vvt@gmail.com

Modern society can rightly be called informational. The number of users of the global network, and, consequently, the amount of information presented in various formats, is increasing at an ever-increasing rate. In this regard, means of searching for the necessary information are becoming increasingly important. Users without search automation tools simply cannot find the information they need. Often, even on a separate site, and sometimes on a separate page, the use of an automated information search is necessary. Of particular relevance are also applications and resources that allow you to compare and track changes in information on one or more resources. Since the simplicity and speed of access to the right information in the right form is one of the main tasks of most users of the global network. The main problem of finding and tracking information is the choice of the optimal solution. Since today there are a large number of different programs, resources and technologies designed to solve this problem. All existing solutions have their advantages and disadvantages. Sometimes creating your own solution is more optimal than trying to find, develop and use finished products. The simplest approach to getting information from site pages in automatic mode is to search for elements on a page based on its source code. Each element on the page has a set of properties that allow it to be uniquely identified. Thanks to this, you can receive information from various sites in an automated mode, for example, using applications. The article proposes to consider the possibility of creating a mobile application for tracking information on the prices of goods, so that it can be faster and easier to track price changes. And besides, determine the dynamics of their change, which is usually not available on sites with goods.

Keywords: search problem, information monitoring, mobile application, information search

Автоматизация мониторинга изменения цен на определенные товары на выбранных веб-ресурсах является довольно актуальной задачей для современного потребителя [1]. Количество ресурсов, предлагающих онлайн-продажи, и разброс цен на один и тот же товар требуют от обычного покупателя серьезных временных затрат на поиск необходимого товара по минимальной цене, что является непозволительной роскошью

в наше время. Для того чтобы сделать выгодную покупку, нужно иметь представление о том, как меняется цена. Поэтому разработка мобильного приложения, автоматизирующего упомянутые выше процессы и упрощающего поиск и мониторинг цен на определенный товар, позволит современному потребителю комфортнее и увереннее чувствовать себя в онлайн-шопинге. Мобильное приложение позволяет быстро по-

лучать информацию о нужной продукции, при этом позволяет отслеживать реальные изменения цен, которые могут остаться незамеченными при простом просмотре сайтов.

Проблема мониторинга и сортировки информации веб-ресурсов, необходимых рядовому пользователю, является актуальной на сегодняшний день, поэтому целью исследования было выбрано ее решение путем разработки мобильного приложения.

Материалы и методы исследования

Наиболее ценной информацией для пользователей сети является информация о цене товаров, так как в результате появления большого количества сайтов, предлагающих товары, они вынуждены конкурировать и постоянно менять цены за счет проведения различных акций, или просто устанавливая изначально цены ниже, чем у конкурентов (для этого им тоже нужно сначала проанализировать существующие цены на товар). При этом покупатели, как и продавцы, тоже конкурируют, так как тот, кто слишком поздно узнает (или не узнает вообще) о снижении цены, не сможет воспользоваться предложением и упустит выгоду. По этой причине инструмент, который позволяет просто и быстро получать информацию об оптимальной цене на товар на текущий момент, является чрезвычайно важным и нужным, причем как для покупателей, так и для продавцов, которые также должны устанавливать оптимальную цену.

Разрабатываемое программное обеспечение должно обеспечивать:

- повышение эффективности отслеживания изменения цен;
- снижение трудоемкости процесса получения информации об изменении цен на товары;
- уменьшение нерациональных затрат ресурсов и времени.

Самым простым и доступным способом мониторинга и сортировки информации веб-ресурсов является простой просмотр веб-страниц [2]. Но в силу того что ресурсов огромное количество и на каждом из них может находиться большое количество информации, обновление которой может произойти в любой момент, получить этим способом своевременно нужную информацию практически невозможно [3]. Следовательно, нужно использовать автоматизированные средства для получения информации.

Обычно на сайтах уже есть определенные средства, которые упрощают задачу доступа к информации, такие как поиск по сайту, по странице, сортировка, различ-

ные фильтры по категориям, популярности, цене [4]. Многие сайты позволяют пользователям регистрироваться, и после авторизации становится возможным добавление в избранное, желаемое и т.д., чтобы быстро отследить изменения информации о том или ином товаре.

На некоторых сайтах доступны уведомления об изменениях цены, поступлении товара в продажу [5]. Достаточно указать, например, почту или данные аккаунта в социальных сетях, и можно получить уведомление.

Но такие средства автоматизации не универсальны и целиком зависят от конкретного ресурса. При использовании средств поиска и сортировки на сайте невозможно реализовать дополнительные возможности и алгоритмы. По этой причине появились другие методы автоматизации.

При осуществлении выбора средств разработки необходимо учитывать большое количество факторов для того, чтобы сделать оптимальный выбор. С появлением мобильных операционных систем одной из наиболее простых и удобных форм доступа к информации стали мобильные приложения. Они позволяют с помощью приложения получать нужную информацию, кроме того, в отличие от информации, размещенной на сайтах, приложения могут уведомлять пользователя об изменениях информации [6].

Поэтому на сегодняшний день наиболее оптимальной формой отслеживания важной информации является мобильное приложение. Сегодня существует огромное количество различных программ и средств для разработки самых разных программных продуктов. Существует также большое количество систем и устройств, на которых потенциально должно будет работать создаваемое приложение. Учитывая тенденции к росту разнообразия как операционных систем, так и их версий, желательно использовать технологии по созданию кроссплатформенных технологий, которые при минимальных затратах времени и усилий позволят создать приложение, способное работать на различных платформах и устройствах [7]. Одним из таких решений является Xamarin.

Xamarin – это инструмент, используемый для кроссплатформенной разработки мобильных приложений, который позволяет инженерам использовать около 90 процентов кода на основных платформах [8; 9]. Будучи сравнительно новым инструментом, он основан на технологическом стеке Microsoft и уже насчитывает более 1,4 миллиона разработчиков.

Xamarin использует C#, дополненный .Net framework, для создания приложений для любой мобильной платформы. Таким образом, можно повторно использовать до 96 процентов исходного кода, ускоряя цикл разработки. Xamarin также не требует переключения между средами разработки: можно создавать все приложения Xamarin в Visual Studio, которая полностью заменила Xamarin Studio. Инструменты кроссплатформенной разработки предоставляются как встроенная часть IDE без дополнительных затрат [10].

Результаты исследования и их обсуждение

Разработанное мобильное приложение может быть использовано любыми пользователями, которые заинтересованы в получении информации об изменении цен на интересующие их продукты. Диаграмма деятельности интерфейса программы представлена на рис. 1.

Пользователь осуществляет переход в раздел «Добавление товара», вводит необходимые данные. В случае ввода коррект-

ных данных в БД направляется запрос на добавление товара. Мобильное приложение выводит список товаров с учетом добавленного. Если данные введены некорректно, приложение возвращается к форме ввода данных о товаре. Диаграмма деятельности поиска информации о цене товара представлена на рис. 2.

При работе программы, для каждого добавленного товара, через определенные интервалы времени осуществляется запрос информации с сайта. Приложение загружает код страницы и осуществляет поиск цены на товар; если значение цены найдено, оно сравнивается с предыдущим сохраненным значением. Если значение изменилось, осуществляется запись последнего значения цены на текущую дату и проверка условий, заданных при настройке уведомлений, и, если согласно настройкам должно выводиться уведомление – оно выводится. Если сведений о цене не найдено, осуществляется вывод сообщения об ошибке. Контекстная диаграмма поиска информации о товарах представлена на рис. 3.

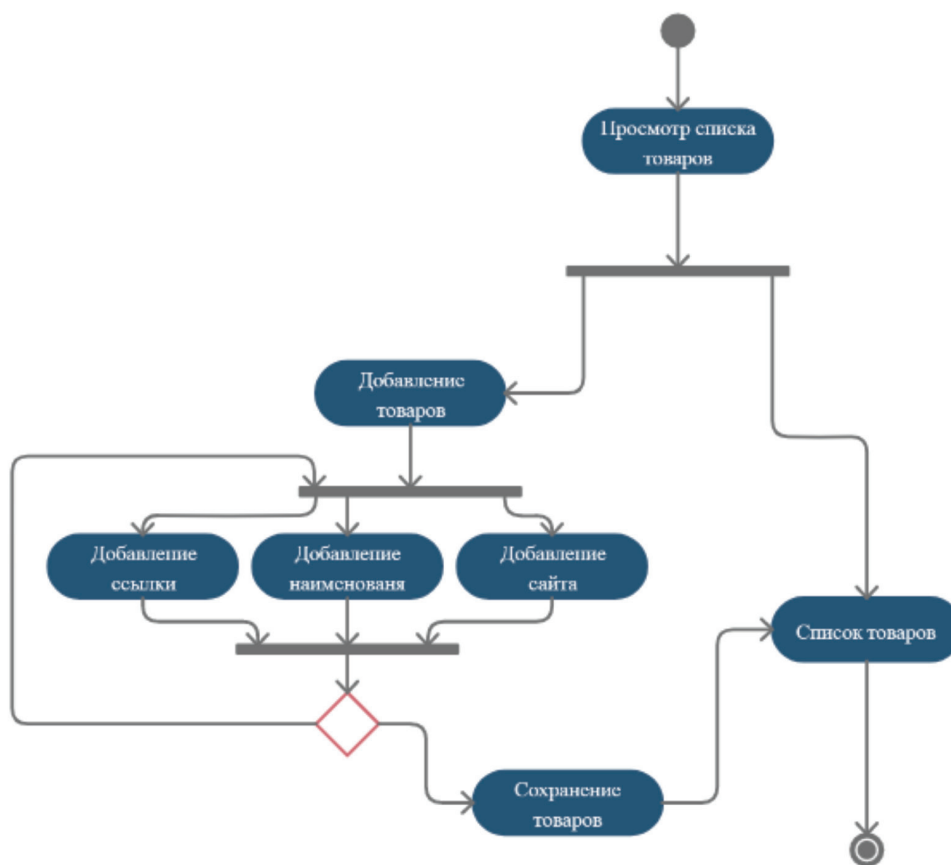


Рис. 1. Диаграмма деятельности интерфейса программы

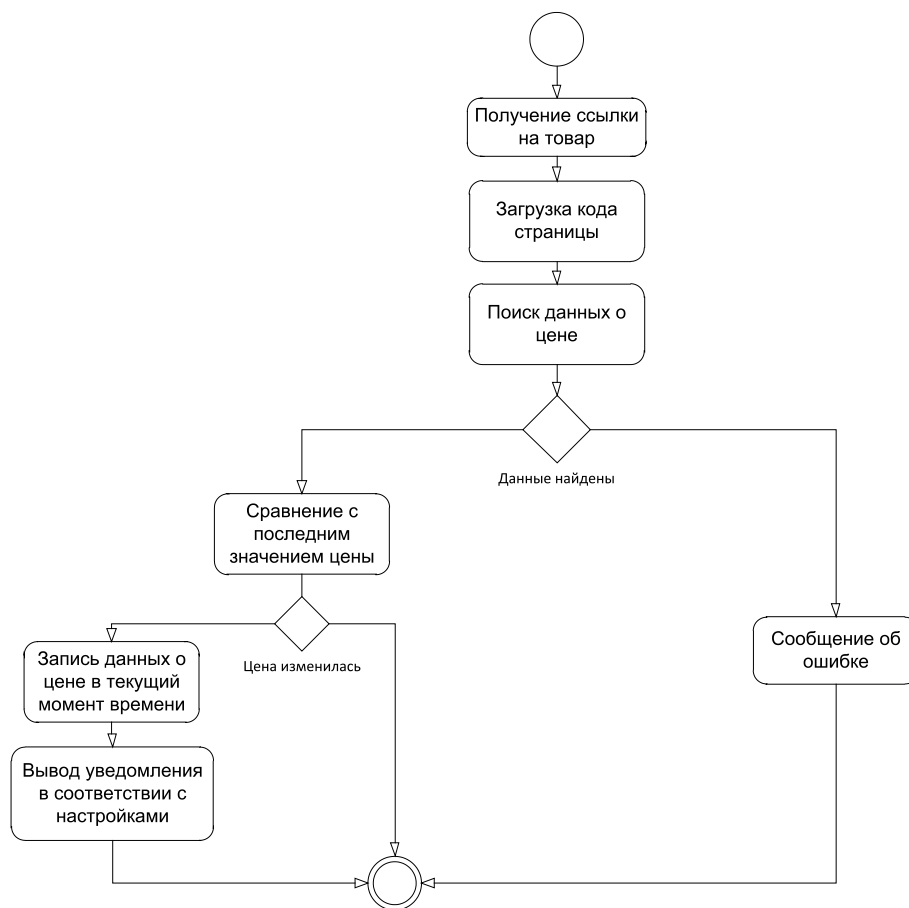


Рис. 2. Диаграмма деятельности поиска информации о цене товара

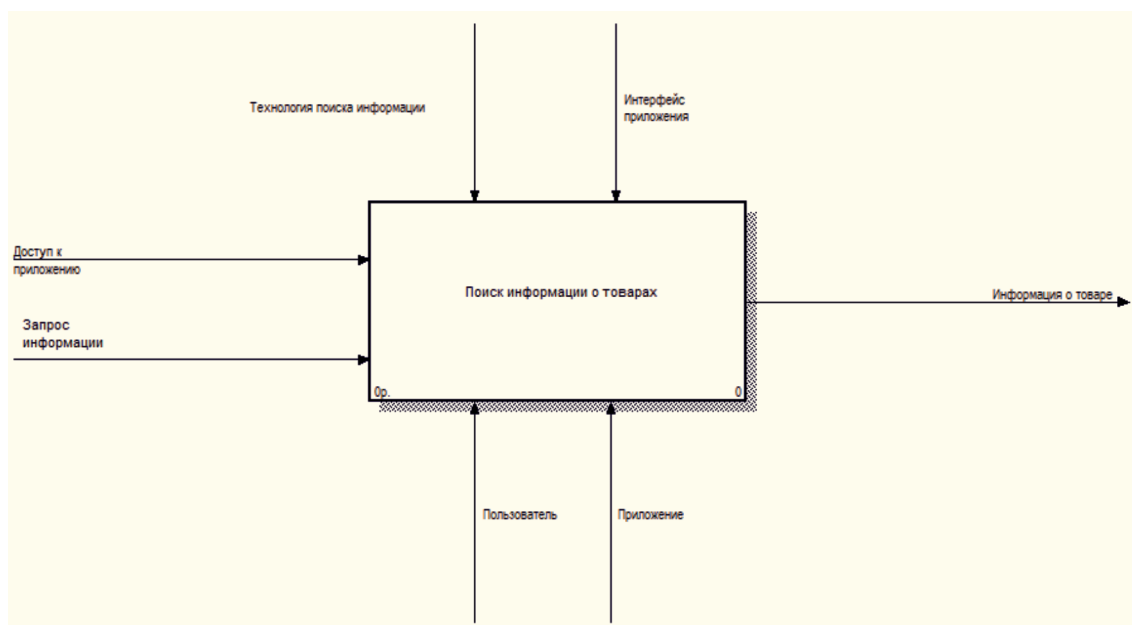


Рис. 3. Контекстная диаграмма поиска информации о товаре

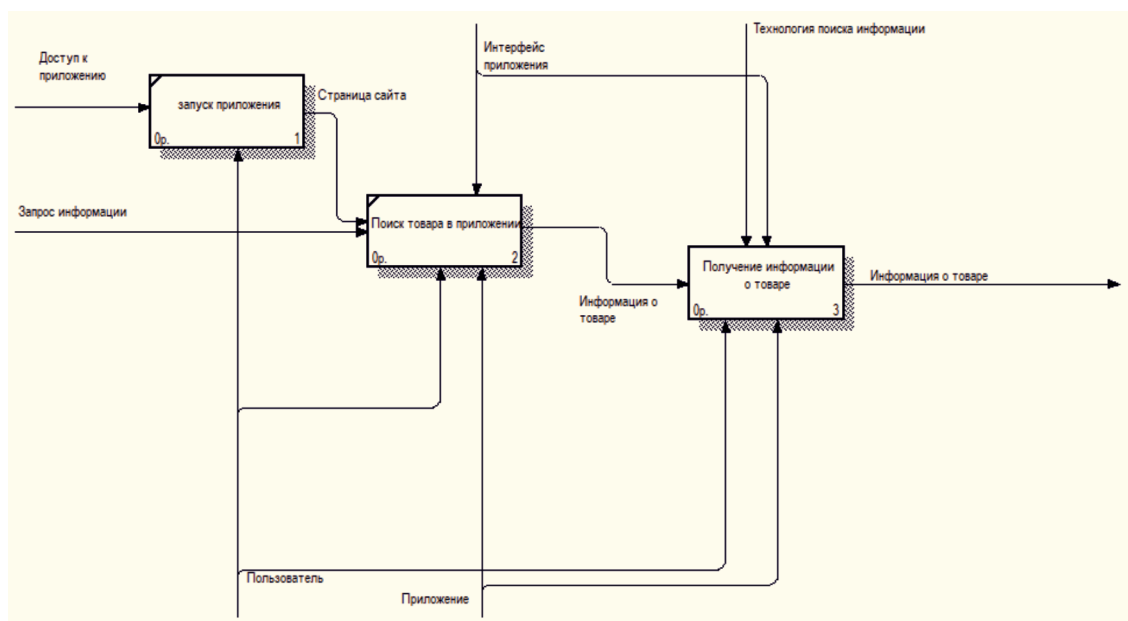


Рис. 4. Декомпозиция блока поиска информации о товаре

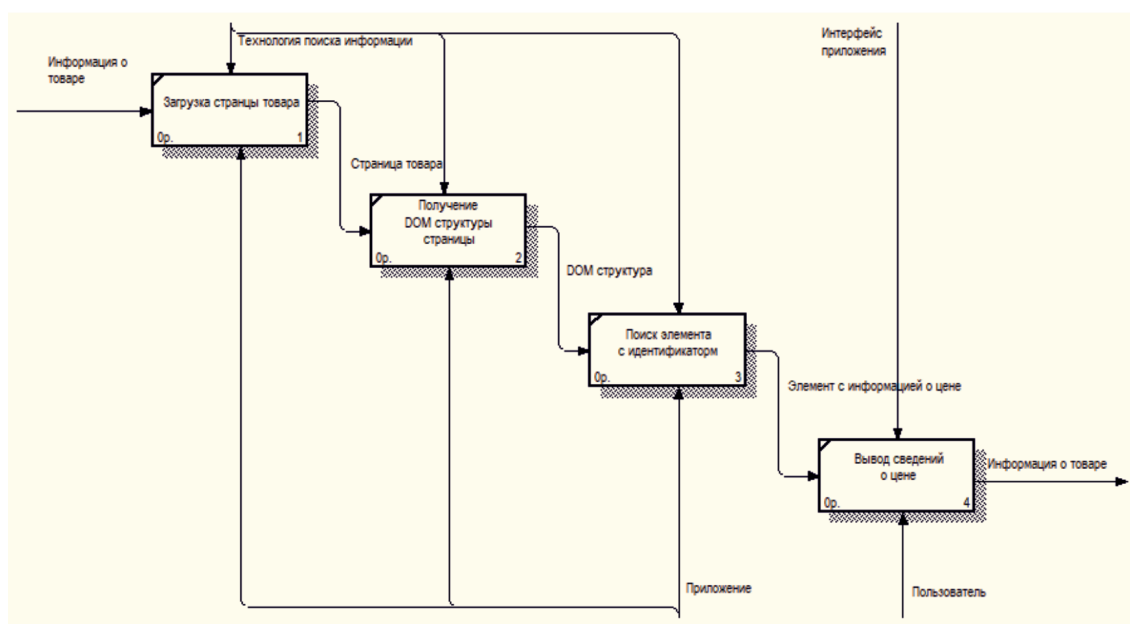


Рис. 5. Декомпозиция блока поиска информации о товаре (продолжение)

Декомпозиция блока поиска информации о товаре представлена на рис. 4, 5.

Поиск элементов сайта с ценой продукта и загрузка в приложение осуществляется с помощью библиотеки HtmlAgilityPack. Функции этой библиотеки запускаются по таймеру, через определенные промежутки времени.

Выводы

Найти готовое приложение или сервис, которые бы удовлетворяли всем вышеперечисленным условиям и не включали лишний функционал или рекламу, практически невозможно, поэтому наиболее оптимальным путем решения поставленной задачи явля-

ется собственная разработка приложения. Это позволит найти наиболее эффективное решение, с оптимальным функционалом.

В ходе исследования было разработано мобильное приложение для мониторинга и сортировки информации с веб-ресурсов. Данное мобильное приложение предназначено для упрощения и повышения эффективности отслеживания изменения цен товаров на сайтах. Разработанное программное обеспечение может использоваться пользователями как инструмент для отслеживания изменения цен на выбранные товары, для того чтобы выбрать момент, наиболее выгодный для их приобретения.

Список литературы

1. Абрамова О.Ф., Александрова А.Ю. Анализ методов организации и проведения внеучебных конкурсных мероприятий в дистанционном формате // Открытое и дистанционное образование. 2017. № 2 (66). С. 14–25.
2. Демущкин М.О. Анализ инструментальных средств разработки мобильного приложения // Advanced science. 2019. С. 83–85.
3. Румянцев Е.П. Обзор инструментальных средств для разработки мобильных приложений // Научное обозрение. Технические науки. 2017. № 1. С. 88–92.
4. Абрамова О.Ф., Рыбанов А.А., Свиридова О.В., Короткова Н.Н., Лясин Д.Н. Модель оценки сложности физической схемы реляционной базы данных // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. 2019. № 3. С. 9. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2019/5879> (дата обращения: 22.06.2020).
5. Краскин П.М. Сравнительный обзор подходов к аутентификации участников мероприятий в веб-системах // Академия педагогических идей «Новация». Сер. Студенческий научный вестник: сетевой журнал. 2018. № 5. С. 49–59. [Электронный ресурс]. URL: <http://akademnova.ru/page/875550> (дата обращения: 22.06.2020).
6. Царева Н.Е., Фадеева М.В., Абрамова О.Ф. Анализ решений в дизайне мобильных приложений социальной направленности // Современные научные исследования и разработки: электронное научно-практическое периодическое издание. 2018. Т. 1. № 12 (29). С. 634–636. [Электронный ресурс]. URL: http://olimpiks.ru/f/zhurnal_12_291_tom.pdf (дата обращения: 22.06.2020).
7. Ступивцев Д.В. Современные средства разработки мобильных приложений // Славянский форум. 2017. № 2. С. 146–153.
8. Тюкавин Д.В., Смагина И.В. Анализ программного обеспечения для разработки дизайна и программирования мобильного приложения // Экономическая среда. 2019. № 2. С. 5–9.
9. Ильдохина Н.В., Гордеев Д.Ю., Замалетдинов А.Ф., Старыгина С.Д. Обзор современных средств разработки мобильных приложений // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 4. С. 22–26.
10. Карпюк И.А., Куляшова Н.М. Сравнительный анализ мобильных приложений и инструментальных средств их разработки // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Т. 31. С. 826–830. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-koncept.ru/2017/970180.htm> (дата обращения: 22.06.2020).

УДК 519.67

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОКРУЖНОСТЕЙ АПОЛЛОНИЯ ПРИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ МЕТОДА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО СБЛИЖЕНИЯ НА ПЛОСКОСТИ

Нефедова В.А., Дубанов А.А.

*ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова», Улан-Удэ,
e-mail: emelyanovatorik@gmail.com, alandubanov@mail.ru*

В данной статье представлена математическая модель задачи преследования с простым движением на плоскости, с использованием метода параллельного сближения и модели поведения как преследующего, так и преследуемого объектов задачи. Для каждого момента времени строится окружность Аполлония и связанные с ней характеристические линии. В данной геометрической модели для predetermined траектории преследуемого объекта находится оптимальная траектория объекта преследователя. В течение определенного промежутка времени объект должен принять решение, в каком направлении и с какой скоростью он должен двигаться в зависимости от расположения его цели, так чтобы минимизировать время достижения объекта преследования. В результате данной статьи была достигнута формализация и алгоритмизация метода параллельного сближения преследователя и его цели. Моделирование производилось в среде программирования и математического моделирования MathCAD. По результатам создания математической модели был изготовлен анимационный ролик, где можно просмотреть перемещение и преобразование окружности Аполлония и связанных с ней характеристических точек и линий. В результате работы программ получены анимированные изображения движения объектов, ссылки на которые приводятся в тексте статьи.

Ключевые слова: преследование, моделирование траекторий, окружность Аполлония, преследователь, преследуемый объект, параллельное сближение, преследование, математическое моделирование, геометрическая модель

VISUALIZATION OF APOLLONIUM CIRCLES IN GEOMETRIC MODELING OF PARALLEL APPROACH METHOD ON PLANE

Nefedova V.A., Dubanov A.A.

*Buryat State University named by Dorzhy Banzarov, Ulan-Ude,
e-mail: emelyanovatorik@gmail.com, alandubanov@mail.ru*

This article presents a mathematical model of the pursuit task with a simple movement on the plane, using the method of parallel approximation and the model of behavior of both the pursuing and the pursued objects of the task. For each moment of time, the Apollo circle and related characteristic lines are constructed. In the given geometrical model for the predetermined trajectory of the pursued object there is an optimal trajectory of the pursuer object. During a certain period, the object must decide in what direction and at what speed it must move, depending on the location of its target, to minimize the time to reach the stalker object. As a result of this article we have achieved formalization and algorithmizing of the method of parallel rapprochement of the pursuer and his goal. Modeling was performed in MathCAD programming and mathematical modeling environment. By results of creation of mathematical model, the animation roller where it is possible to look through moving and transformation of circle of Apollonia and the characteristic points and lines connected with it has been made. As a result of work of programs, the animated images of movement of objects, references to which are resulted in the text of article are received.

Keywords: pursuit, trajectory modeling, Apollo circle, pursuer, pursued object, parallel approach, pursuit, mathematical modeling, geometric model

В решении задач простого преследования на плоскости с использованием стратегии параллельного сближения используются окружности Аполлония.

Окружность Аполлония – геометрическое место точек плоскости, отношение расстояний от этих точек до двух других заданных точек, величина постоянная $k = Const$ и $k \neq 0$.

Рассмотрим данную окружность на примере старинной задачи о флибустьерах.

Задача состоит в том, что флибустьеры с острова Ямайка узнали, что на якоре перед Пуэрто-Бельо стоит испанский галеон, забитый до верха золотом. И как только непогода отступит, галеон выйдет в Кариб-

ское море и возьмет курс на пролив между островом Гаити и Пуэрто-Рико. Флибустьеры также ждут хорошей погоды, поэтому выйти из Кингстона они могут только одновременно с испанским галеоном. Вопрос такой, что флибустьерам нужно выбрать такой курс, который наверняка поможет им успеть перехватить испанцев. Если флибустьеры точно знают, во сколько раз скорость их корабля больше скорости галеона, то они могут найти все точки, в которые их корабль и испанский галеон могут попасть одновременно. Пусть отношение скорости судов равно $k > 1$, так как корабль пытается догнать другое судно, и отношение их расстояний, пройденных до момента встречи,

также равно k . Следовательно, все возможные точки встречи лежат на ГМТ (геометрическое множество точек) K таких, что $\frac{PK}{TK} = Const$, где точки P и T соответствуют Пуэрто-Белью и Кингстону. Таким ГМТ является окружность, которую называют окружностью Аполлония.

Далее будем рассматривать общий случай этой задачи.

Простым движением точки называется движение, когда пройденное расстояние S есть линейная функция времени: $S(t) = v \cdot t$, где $v = Const$ – модуль скорости точки.

Из вышесказанного следует, что окружность Аполлония – это геометрическое место точек, когда $|KP| / |KT| = Const$ (рис. 1).

Применительно к задачам преследования окружность Аполлония имеет следующий смысл. Если преследователь и цель в определенный момент времени имеют положения на плоскости P и T , и значения скоростей, равные по модулю V_P и V_T соответственно.

Тогда ГМТ точек K , как место возможных встреч преследователя P с целью T , есть окружность радиуса $|QK|$ с центром в точке Q [1, 2].

Направления скоростей преследователя и цели являются взаимосвязанными. То есть направление скорости цели диктует направление скорости преследователя или, наоборот, направление преследователя определяет направление цели, чтобы обеспечить встречу в точках, принадлежащих окружности Аполлония.

Целью данной статьи является формализация и алгоритмизация метода параллельного сближения преследователя и цели.

Расчет параметров окружности Аполлония

То, что данное множество точек K является окружностью, было известно еще древним математикам, но мы приведем выкладки расчета окружности и ее центра.

Введем ортонормированную систему координат (e_1, e_2) с центром в точке T (рис. 1), вектор e_1 сонаправлен вектору PT . Пусть $K = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$, а $P = \begin{bmatrix} -a \\ 0 \end{bmatrix}$,

где $a = |PT|$. Тогда $|TK| = \sqrt{x^2 + y^2}$, а

$|PK| = |K - P| = \sqrt{(x + a)^2 + y^2}$. Из условия того, что преследователь и преследуемый приходят в точку K одновременно, имеем

следующее: $\frac{|PK|}{V_P} = \frac{|TK|}{V_T}$. Следовательно,

$V_T \cdot \sqrt{(x + a)^2 + y^2} = V_P \cdot \sqrt{x^2 + y^2}$. После возведения в квадрат и раскрытия скобок получаем уравнение

$$\left(x - \frac{V_T^2}{V_P^2 - V_T^2} \cdot a \right)^2 + y^2 = \left(\frac{V_P \cdot V_T}{V_P^2 - V_T^2} \cdot a \right)^2.$$

Полученное уравнение в системе (e_1, e_2) с центром в точке T описывает окружность радиуса R и с центром в точке Q :

$$Q = \begin{bmatrix} \frac{V_T^2}{V_P^2 - V_T^2} \cdot a \\ 0 \end{bmatrix}, R = \frac{V_P \cdot V_T}{V_P^2 - V_T^2} \cdot a, a = |PT|.$$

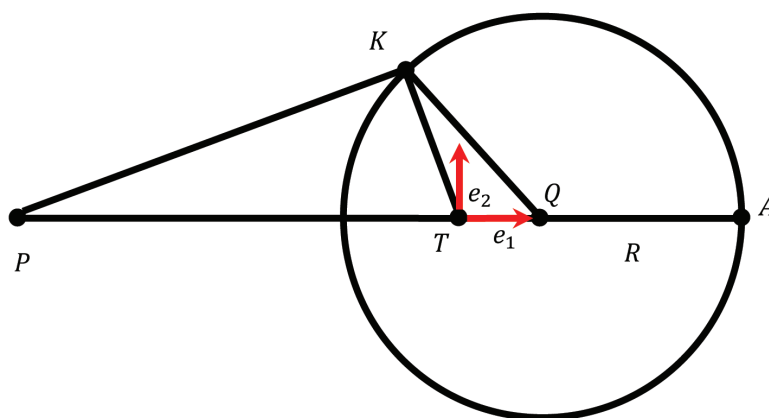


Рис. 1. Окружность Аполлония

Отметим одну характеристическую точку, называемую точкой Аполлония:

$$A = \begin{bmatrix} \frac{V_T^2}{V_P^2 - V_T^2} \cdot a + \frac{V_P \cdot V_T}{V_P^2 - V_T^2} \cdot a \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Моделирование итерационного процесса задачи преследования

Факт того, что стратегия преследователя в задаче преследования с помощью метода параллельного сближения является оптимальной в плане максимального сокращения времени поимки цели преследователя, доказан в работах Л.О. Петросяна [1–3]. Также вопросы оптимального сближения рассматривались в работах одного из основоположников теории дифференциальных игр [4].

Будем считать, что для нашего итерационного процесса известны начальные данные P_0 и T_0 . Скорости преследующего и преследуемого объектов постоянны и равны по модулю V_P и V_T соответственно. Траектория преследуемого объекта в нашей модели является предопределенной, поэтому мы сможем рассчитать массив точек $\{T_i\}$, где дистанция между точками T_i и T_{i+1} равна

$$|T_{i+1} - T_i| = V_T \cdot \Delta T,$$

ΔT – период дискретизации по времени.

Итерационная схема расчета координат преследователя, координат центров окружностей Аполлония, радиусов окружностей Аполлония, характеристических точек представлена на рис. 2.

Координаты преследователя на i -м шаге итераций будут такие:

$$P_i = P_{i-1} + V_P \cdot \Delta T \cdot \frac{K_{i-1} - P_{i-1}}{|K_{i-1} - P_{i-1}|}.$$

Радиус окружности Аполлония будет таким:

$$R_i = \frac{V_T^2}{V_P^2 - V_T^2} \cdot |T_i - P_i|.$$

Центр окружности Аполлония рассчитывается так:

$$Q_i = T_i + \frac{V_T^2}{V_P^2 - V_T^2} \cdot (T_i - P_i).$$

Координаты точки K_i есть продукт решения системы уравнений относительно непрерывного параметра t :

$$\begin{cases} (K_i - Q_i)^2 = R_i^2 \\ K_i = T_i + V_T \cdot \frac{T_{i+1} - T_i}{|T_{i+1} - T_i|} \cdot t \end{cases}$$

Разрешенная относительно параметра t вышеуказанная система представляет собой корни квадратного уравнения, вывод которых в данной статье мы приводить не будем из-за громоздких выражений.

В тестовой программе, написанной по материалам статьи, решение квадратного уравнения написано в виде отдельной процедуры – функции. С текстом тестовой программы можно ознакомиться в [5].

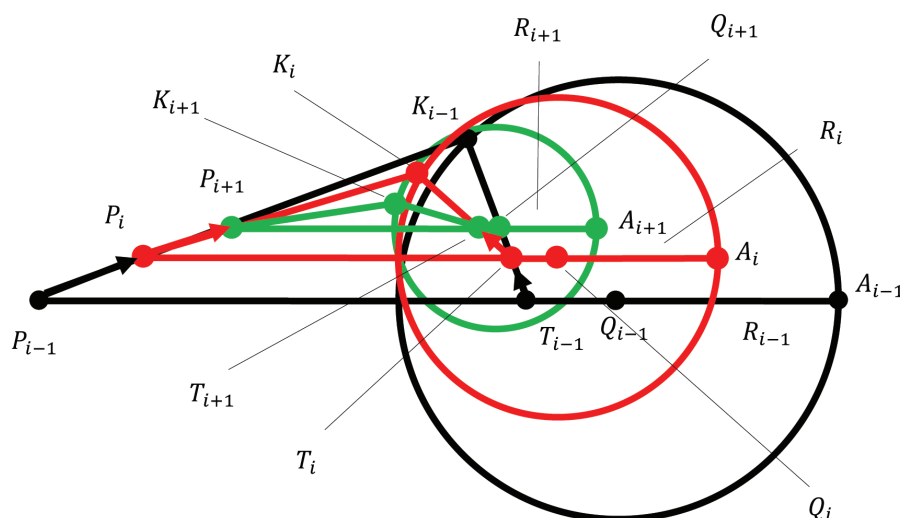


Рис. 2. Итерационная схема

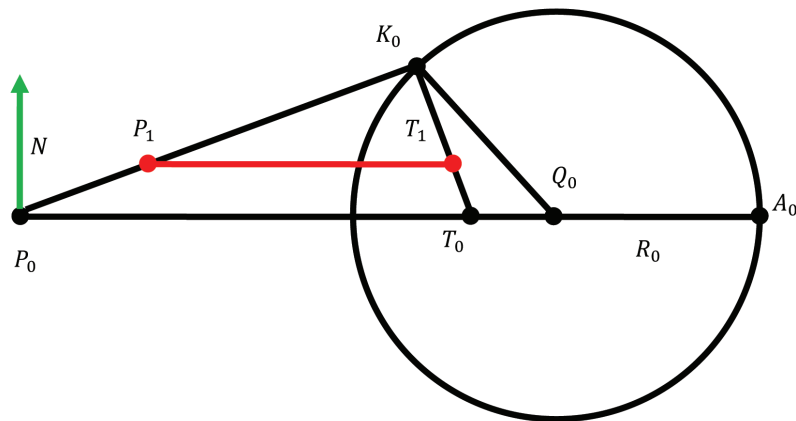


Рис. 3. Параллельное сближение преследователя и цели

То, что отрезок $[P_i, T_i]$ останется параллельным отрезку $[P_0, T_0]$, не вызывает сомнений. Рассмотрим первый отрезок $[P_1, T_1]$. Координаты точек P_1 и T_1 равны (рис. 3):

$$P_1 = P_0 + V_P \cdot \frac{P_0 K_0}{|P_0 K_0|} \cdot \Delta T,$$

$$T_1 = T_0 + V_T \cdot \frac{T_0 K_0}{|T_0 K_0|} \cdot \Delta T.$$

Исходя из того, что преследователь и его цель должны прийти в точку K на окружности Аполлония одновременно, мы вправе сделать вывод, что

$$\frac{V_P}{|P_0 K_0|} \cdot \Delta T = \frac{V_T}{|T_0 K_0|} \cdot \Delta T = \varepsilon.$$

Далее:

$$P_1 T_1 = T_1 - P_1 = (T_0 - P_0) + \varepsilon \cdot T_0 K_0 - \varepsilon \cdot P_0 K_0 = (1 - \varepsilon) \cdot (T_0 - P_0).$$

Другими словами, вектор $P_1 T_1$ сонаправлен вектору $P_0 T_0$ и перпендикулярен вектору нормали N (рис. 3).

Результаты моделирования задачи преследования методом параллельного сближения

Нами была написана тестовая программа, скриншот результатов работы которой показан на рис. 4. На рисунке видно, что отрезки $[P_i, T_i]$ образуют однопараметрическую последовательность параллельных $[P_0, T_0]$ линий.

Также на рис. 4 показано, что точки P_i, T_i, Q_i, A_i принадлежат одной прямой. Пока-

зан подвижный треугольник P_i, Q_i, K_i , который сходится к точке встречи преследователя и цели.

Глядя на рис. 4, а именно на однопараметрическое множество окружностей Аполлония, сходящееся к точке встречи, может возникнуть обманчивое впечатление, что все множество окружностей касается в точке встречи преследователя и цели. В следующей модели с иной траекторией цели мы покажем, что это не так.

Рис. 4 дополнен ссылкой на анимированное изображение [6], где можно проследить, как изменяется во времени расположение преследователя, цели, точек на окружности Аполлония.

Итак, ситуацию, представленную на рис. 4, можно интерпретировать как моделирование перехвата преследователем цели.

Ситуацию, представленную на рис. 5, можно интерпретировать как моделирование процесса ухода преследуемого объекта от преследователя [7].

На рис. 5 также показан подвижный треугольник P_i, Q_i, K_i точки P_i, T_i, Q_i, A_i и окружности Аполлония. Хотелось бы обратить ваше внимание на поведение точки K_i , оно похоже на поведение точки возврата второго рода. Здесь как раз наблюдается схождение окружностей Аполлония к точке встречи преследователя и цели, но множество окружностей не является касательными в одной точке [7].

Обсуждение полученных результатов

По материалам, изложенным в данной статье, были написаны тестовые программы в системе компьютерной математики MathCAD 15. Тексты программ выложены

на ресурсе одного из авторов [5]. Ссылки на анимированное изображение изготовленных по результатам работы программ доступны на ресурсах [6, 7]. При написании

данной статьи были приняты во внимание достижения, изложенные в работах [8–10]. Также использованы результаты, изложенные в работах [11–13].

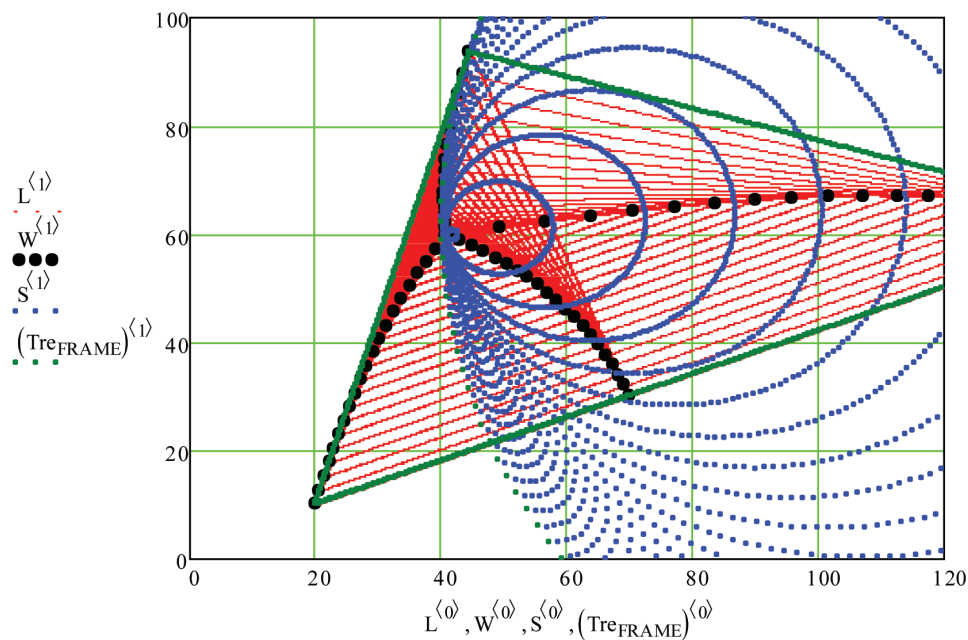


Рис. 4. Перехват цели

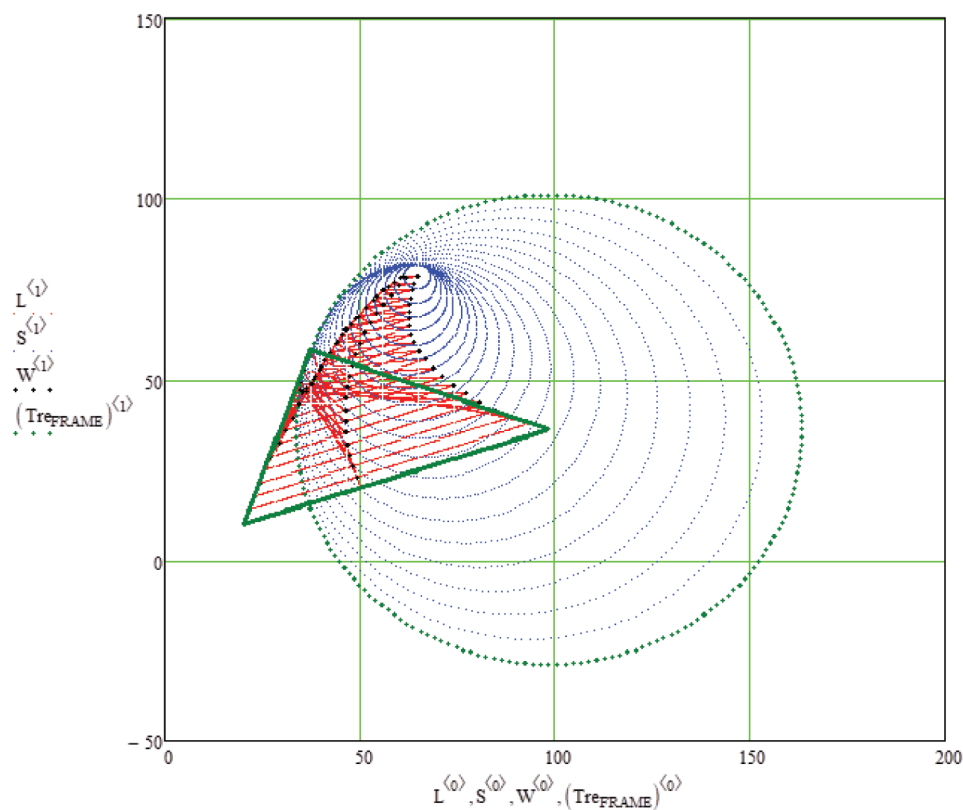


Рис. 5. Моделирование убегания цели от преследователя

Заключение

Целью данной статьи было показать движение всех характеристических линий и точек в реализации метода параллельного сближения в задачах простого преследования на плоскости. Была достигнута формализация и алгоритмизация метода параллельного сближения преследователя и цели.

Показано движение окружности Аполлония, ее схождение к точке (месту) встречи преследователя и цели. Показано, как сходится отрезок, соединяющий преследователя и цель, будучи параллелен самому себе. Показано, как направления скоростей преследователя и цели являются взаимосвязанными. То есть направление скорости цели диктует направление скорости преследователя или, наоборот, направление преследователя определяет направление цели, чтобы обеспечить встречу в точках, принадлежащих окружности Аполлония.

При геометрическом моделировании методом параллельного сближения обязательно вычислять параметры окружности Аполлония. Достаточно будет строить однопараметрическое множество параллельных линий, соединяющих преследователя и преследуемого, окружность, с радиусом равным шагу преследователя, чтобы найти точку следующего положения преследователя.

Список литературы

1. Петросян Л.А. Дифференциальные игры преследования // Соросовский образовательный журнал. 1995. № 1. С. 88–91.
2. Петросян Л.А., Рихсиев Б.Б. Преследование на плоскости. М.: «Наука», 1961. 96 с.
3. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Шевкопляс Е.В. Теория Игр. СПб.: «БХВ-Петербург», 2012. 424 с.
4. Айзекс Р. Дифференциальные игры. М.: Мир, 1967. 474 с.
5. Листинг программы «Окружность Аполлония». [Электронный ресурс]. URL: http://dubanov.exponenta.ru/2020/apollonium_circus_1.html (дата обращения: 04.07.2020).
6. Анимированное изображение «Окружность Аполлония 1». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rsMGA11Co7M> (дата обращения: 04.07.2020).
7. Анимированное изображение «Окружность Аполлония 2». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hGieKXNiuz8> (дата обращения: 04.07.2020).
8. Бурдаков С.В., Сизов П.А. Алгоритмы управлением движения мобильным роботом в задаче преследования // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2014. № 6 (210). С. 49–58.
9. Ахметжанов А.Р. Динамические игры преследования на поверхностях: автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Москва, 2019. 28 с.
10. Кузьмина Л.И., Осипов Ю.В. Расчет длины траектории для задачи преследования // Вестник МГСУ. 2013. № 12. С. 20–26.
11. Ibragimov G., Norshakila Abd Rasid, Kuchkarov A., Ismail F. Multi pursuer differential game of optimal approach with integral constraints on controls of players. Taiwanese Journal of Mathematics. 2015. V. 19. № 3. P. 963–976.
12. Petrov N.N., Soloveva N.A. Group pursuit with phase constraints in recurrent Pontryagin's example. International Journal of Pure and Applied Mathematics. 2015. V. 100. № 2. P. 263–278.
13. Ibragimov G., Hussin N.A. A pursuit-evasion differential game with many pursuers and one evader. Malaysian Journal of Mathematical Sciences. 2010. V. 4. № 2. P. 183–194.

УДК 004.4

ФОРМИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ИНТЕРАКТИВНОМУ КОНСТРУКТОРУ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ

Васева Е.С., Совцов А.А.

*Нижнетагильский государственный социальнопедагогический институт (филиал)
ФГАОУ ВО «Российский государственный профессиональнопедагогический университет»,
Нижний Тагил, e-mail: e-s-vaseva@mail.ru*

В рамках профориентационной работы кафедры информационных технологий филиала РГППУ в г. Нижний Тагил накопилось достаточное количество видеоматериалов, поэтому возникла необходимость разработки интерактивного конструктора, позволяющего их систематизировать и автоматически управлять воспроизведением при проведении мероприятий. Рассматриваются технологии формулирования функциональных требований к интерактивному конструктору, включающие анализ аналогичных проектов, объектно-ориентированную методологию проектирования программных решений. При сравнении способов реализации аналогичных проектов учитываются следующие критерии: возможность импорта видео, цена, наличие обязательной регистрации, язык интерфейса, хранение видео в систематизированном виде, интерактивные возможности работы с видео (возможность редактировать видео, записывать аудиодорожки, добавлять различные элементы). Для формального представления выбранного фрагмента предметной области выделены действующие лица (администратор и пользователь), их функции представлены в виде UML-диаграммы вариантов использования. В качестве примера показана последовательность операций для одного из прецедентов «Использование конструктора видео» в виде диаграммы последовательности. Применение описанных технологий позволило сформулировать функциональные требования к разрабатываемому программному продукту: воспроизведение видео любого формата на компьютере любой конфигурации, загрузка видео через приложение для дальнейшего использования, наличие категорий, выбор набора видео и порядка воспроизведения, настройка времени воспроизведения.

Ключевые слова: интерактивный конструктор, видеоматериал, диаграмма прецедентов, диаграмма последовательности, функциональные требования

FORMATION OF FUNCTIONAL REQUIREMENTS FOR INTERACTIVE VIDEO DESIGNER

Vaseva E.S., Sovtsov A.A.

*Nizhny Tagil State Socio-Pedagogical Institute (branch) of Federal State Autonomous Educational
Institution «Russian State Vocational Pedagogical University, Nizhny Tagil, e-mail: e-s-vaseva@mail.ru*

As part of the career guidance work of the Department of Information Technologies of the RSPPU branch in Nizhny Tagil, a sufficient amount of video materials has been accumulated, so it became necessary to develop an interactive designer that allows them to systematize and automatically control playback during events. Technologies for formulating functional requirements for an interactive designer are considered, including the analysis of similar projects, an object-oriented methodology for designing software solutions. When comparing methods of implementing similar projects, the following criteria are taken into account: the ability to import video, price, mandatory registration, interface language, storing video in an organized form, interactive video capabilities (the ability to edit video, record audio tracks, add various elements). For the formal presentation of the selected fragment of the subject area, the actors (administrator and user) are highlighted, their functions are presented in the form of a UML diagram of use cases. As an example, the workflow for one of the Use Video Builder use cases is shown as a sequence diagram. The use of the described technologies made it possible to formulate functional requirements for the developed software product: video playback of any format on a computer of any configuration, video download through an application for further use, the presence of categories, the choice of a set of videos and playback order, setting the playback time.

Keywords: interactive constructor, video material, use case diagram, sequence diagram, functional requirements

При проведении кафедрой информационных технологий филиала РГППУ в г. Нижний Тагил мероприятий, направленных на профессиональную ориентацию абитуриентов, часто используются профориентационные видеоматериалы. Ведущие включают видеоролики перед началом мероприятия, при возникновении пауз, а также во время, если это предусмотрено сценарием. За время существования кафедры накопилось достаточное количество видеофрагментов, и часто для поиска, управления временем и последовательностью

воспроизведения требуется определенное время и участие ведущего, что не всегда удобно. Поэтому возникла необходимость разработки интерактивного конструктора, который бы позволил управлять воспроизведением видеоматериалов при выполнении настроек один раз и без дальнейшего участия ведущего. Прежде чем выполнить разработку, необходимо знать, какой продукт должен получиться, поэтому формулирование функциональных требований является важным этапом в процессе проектирования продукта.

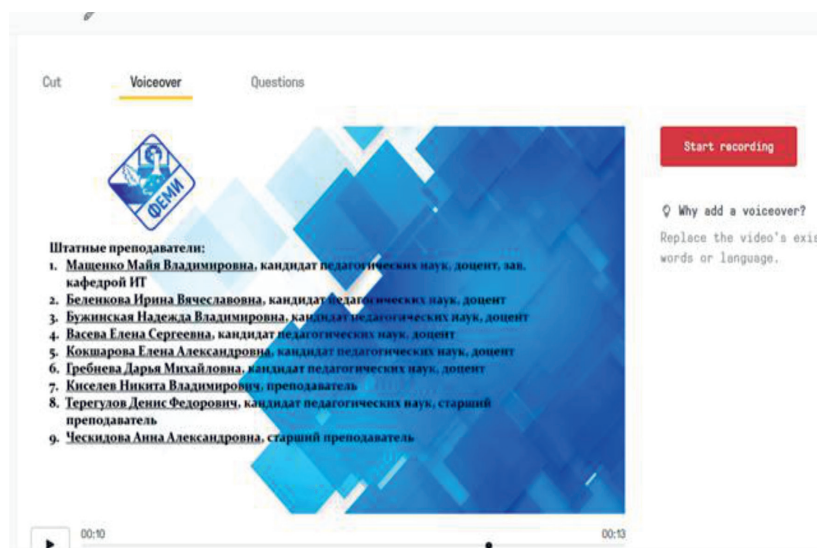


Рис. 1. Запись голоса на видео в сервисе EdPuzzle

Целью исследования является формирование функциональных требований к продукту «Интерактивный конструктор видеоматериалов».

Материалы и методы исследования

В данном исследовании рассматриваются технологии формулирования функциональных требований к программному продукту, включающие анализ аналогичных проектов, объектно-ориентированную методологию проектирования программных решений.

Результаты исследования и их обсуждение

Для определения структуры и функционала интерактивного конструктора были выбраны и проанализированы три сервиса для работы с видеоматериалами. Перед началом сравнительного анализа необходимо отметить, что все представленные аналоги существуют только на сайтах и не имеют отдельной программы. Но нам важен сам функционал сервисов, так как целью исследования является формулирование функциональных требований к программному продукту.

1. EdPuzzle – сервис для создания викторин и опросов на основе видео [1]. Открыв главную страницу сервиса, можно увидеть, что он на английском языке, также присутствует регистрация пользователей, которая при необходимости реализована через google-аккаунт.

В EdPuzzle можно загружать видеоматериалы с YouTube, а также собственные материалы с компьютера размером до одного

гигабайта. На загруженном видео можно создать опрос или викторину, что оправдывает свою интерактивность. Существует функция записи аудиодорожки на самом видео (рис. 1), это дает больше возможностей для пользователя.

2. Naruak – сервис для создания интерактивного видео с возможностью добавления текстов, изображений, видео, опросов, ссылок, меню [2].

Как и предыдущий, данный сервис не локализован под русскоязычную аудиторию. Но при базовом понимании языка можно без каких-либо проблем пользоваться этим сервисом, так как интерфейс достаточно дружелюбный. Сервис направлен на более профессиональную работу с аудио и видео (рис. 2). Также присутствует регистрация пользователя, которую можно пройти без проблем, через подключение google-аккаунта. Основной особенностью этого сервиса является, то, что он имеет бесплатную версию на семь дней. Соответственно, он платный и имеет подписку.

По сути, данный интерактивный конструктор можно считать видеоредактором, так как он во многом схож с ним по функционалу.

3. TED-Ed – сервис для создания интерактивных видеоуроков [3]. Предназначен для создания пользователями онлайн-уроков в форме видео. Также можно записывать видео и выкладывать на сайт, что делает этот сервис еще и видеохостингом. Сервис тоже на английском языке, но есть возможность включить русские субтитры, что значительно облегчает работу пользова-

теля. Существует регистрация пользователя. Этот сервис выделяется на фоне остальных тем, что он больше направлен на работу с онлайн-уроками. Сервис полностью бесплатный, что является большим плюсом для всех пользователей (рис. 3).

Для более детального анализа рассмотренных аналогов составим сводную таблицу. В качестве критериев для сравнения выделим возможность импорта видео, цену, наличие обязательной регистрации, язык интерфейса, хранение видео в систематизированном виде, интерактивные возможности работы с видео (возможность редактировать видео, записывать аудиодорожки, добавлять различные элементы).

Анализ аналогичных проектов, определение их недочетов позволило выделить основные характеристики разрабатываемого

интерактивного конструктора: возможность загружать видео, разбивать их на категории, наличие русскоязычного интерфейса, отсутствие регистрации новых пользователей. Интерактивность разрабатываемого приложения будет заключаться в возможности выбора видео, определении последовательности показа, установлении временного интервала воспроизведения каждого видеоролика. С целью формализации выдвинутых требований представим диаграмму вариантов использования (диаграмму прецедентов) предложенного интерактивного конструктора (рис. 4). Диаграмма прецедентов используется для определения способов использования программных продуктов, предназначенных для автоматизации задач различных предметных областей [4–6].

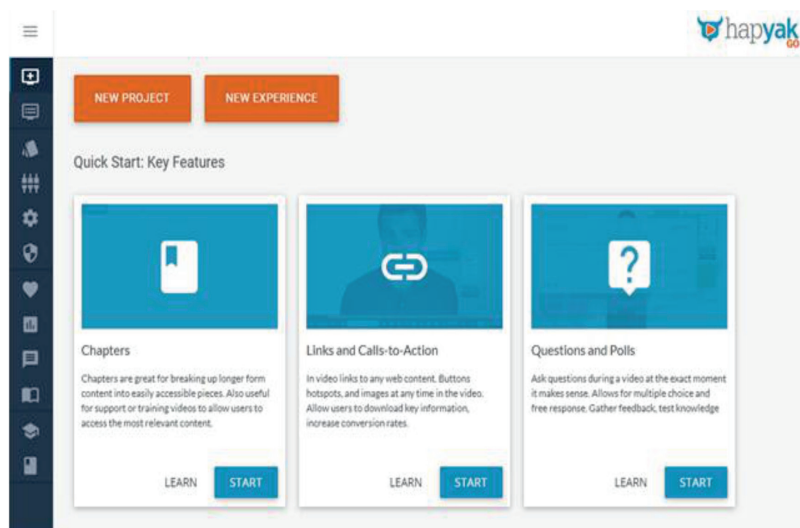


Рис. 2. Рабочее пространство Нарук

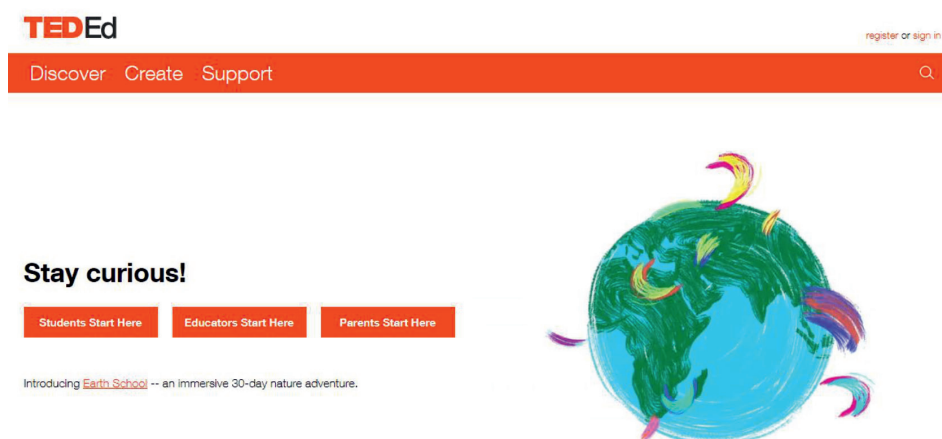


Рис. 3. Главная страница TED-Ed

Сравнение сервисов-аналогов

Наименование характеристики	EdPuzzle	Нарyak	TED-Ed
Импорт видео	+	+	+
Цена	условно бесплатно	условно бесплатно	бесплатно
Регистрация	+	+	+
Язык	английский	английский	английский
Хранение видео в систематизированном виде	–	–	–
Возможность редактировать видео	–	+	–
Возможность записи аудиодорожки	–	+	–
Возможность добавить интерактивные элементы	опрос, викторина	опросы	интерактивные уроки

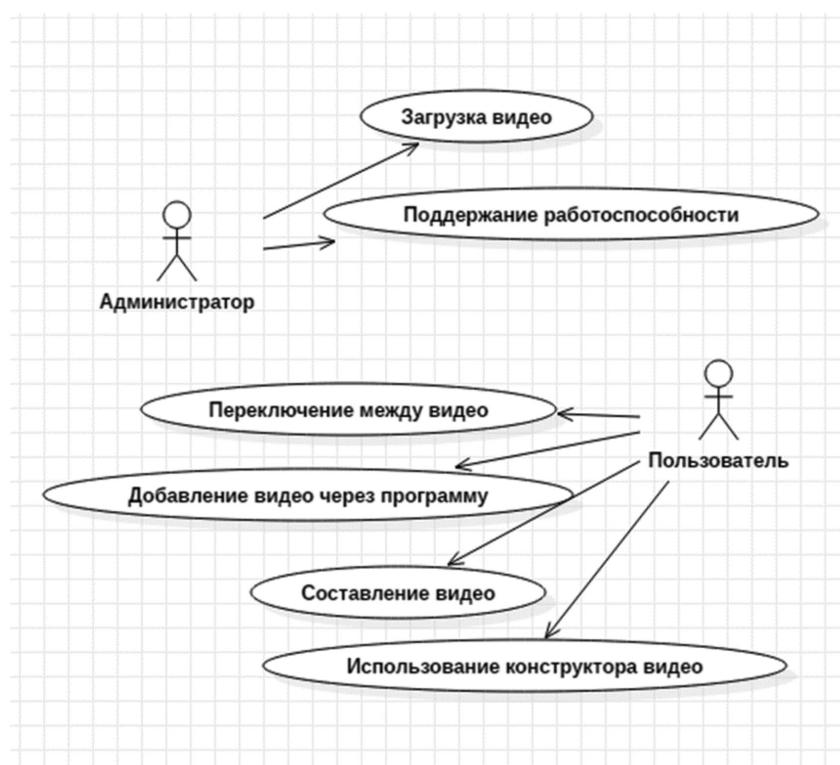


Рис. 4. Диаграмма прецедентов

С интерактивным конструктором будут взаимодействовать два актера – администратор и пользователь. Диаграмма прецедентов показывает все возможные сервисы (варианты использования), которые проектируемая система предоставляет актеру. Другими словами, каждый вариант использования определяет некоторый набор действий, совершаемый системой при диалоге с актером. При этом из диаграммы вариантов использования не следует, каким образом будет реализовано взаимодействие актера с системой. Для демонстрации порядка взаимодействия служит диаграмма последовательности. Диаграмма

последовательности отображает взаимодействие объектов в динамике, показывает временные особенности обмена сообщениями и соответствующими возвращаемыми результатами [7, 8]. Диаграмма последовательности служит основой для построения диаграммы активности, которая показывает примерный алгоритм действия пользователя при использовании в дальнейшем разработанной программы. Диаграмма последовательности дополняет диаграмму прецедентов, на рис. 5 в качестве примера показано уточнение одного прецедента, а именно «Использование конструктора видео».

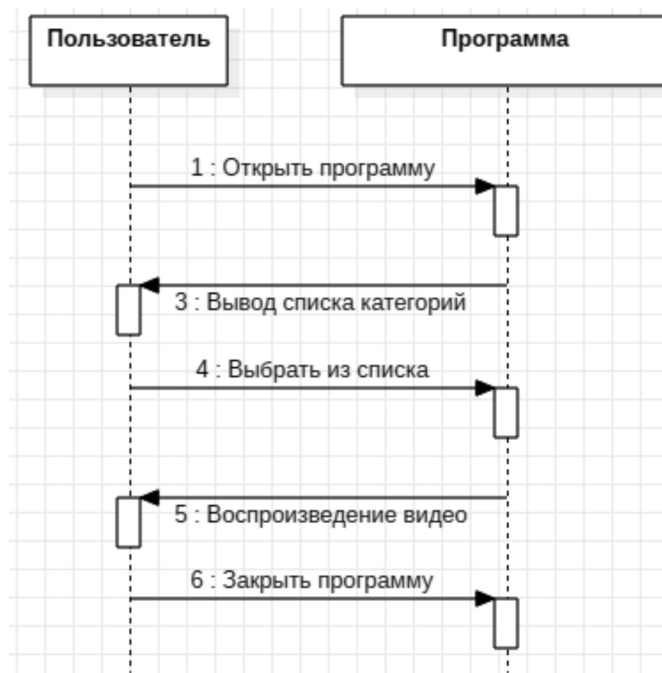


Рис. 5. Диаграмма последовательности

Заключение

Анализ предметной области и формирование функциональных требований являются необходимыми условиями продуктивной разработки программного продукта. Согласно определенным требованиям интерактивный конструктор должен позволить настраивать сценарий воспроизведения видео – в любой последовательности проигрывать видеосюжеты, изменять время проигрывания в зависимости от образовавшейся паузы. Кроме того, конструктор должен обеспечивать добавление, хранение и систематизацию видеоматериалов, которых за время существования кафедры накопилось достаточное количество.

Список литературы

1. Edpuzzle [Электронный ресурс]. URL: <https://edpuzzle.com/> (дата обращения: 15.08.2020).
2. Наруак [Электронный ресурс]. URL: <https://corp.naryak.com/> (дата обращения: 15.08.2020).
3. TEDed [Электронный ресурс]. URL: <https://ed.ted.com/> (дата обращения: 15.08.2020).
4. Васева Е.С., Шутько А.В. Проектирование веб-приложения «Живописнейшие места Урала» // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. 2018. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://srjournal.ru/wp-content/uploads/2018/10/ID139.pdf> (дата обращения: 15.08.2020).
5. Гребнева Д.М., Козырчиков Е.А. Проектирование информационной системы «Конструктор кейсовых заданий» // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 11. С. 54–60.
6. Драчев В.В., Бужинская Н.В., Васева Е.С. Разработка программного решения для автоматизации оперативного изменения контента сайтов, созданных с помощью CMS WordPress // Программная инженерия. 2019. Т. 10. № 7–8. С. 334–343.
7. Ахматгалиева Р.Д. Унифицированный язык моделирования (UML) // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей VII Международной научно-практической конференции: в 4 ч. 2019. С. 279–282.
8. Каюмова А.В. Визуальное моделирование систем в StarUML: учебное пособие. Казань: Казанский федеральный университет, 2013. 104 с.

УДК 551.46

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ АВТОНОМНЫХ ПОДВОДНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ

Горлов А.А.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, e-mail: oceangorlov@yahoo.com

Разрабатываемая Институтом океанологии им. П.П. Ширшова РАН новая концепция автономной системы долговременных океанологических исследований на базе различных видов энергии океана (АСОИ ЭО) направлена на непрерывное получение больших массивов данных за счет широкого использования различных поверхностных и подводных средств робототехники. Такое решение может обеспечить постоянное присутствие ученых в Мировом океане с минимальным использованием дорогостоящих в эксплуатации научно-исследовательских судов. При этом появляются большие возможности выполнять наблюдения и исследования по всем основным направлениям океанологии и гидрометеорологии, получать и передавать данные в береговой или судовой Центр практически в реальном масштабе времени и из него дистанционно менять научные программы. За рубежом в рамках концепции «Цифровой океан» (Digital Ocean) проводятся аналогичные работы, что определяет целесообразность изучения этого опыта. Особый интерес вызывают перспективы использования для долговременных непрерывных океанологических исследований автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА), автоматически подзаряжаемых от специальных док-станций. В статье рассматриваются различные технические решения реализации подобных систем и пока ещё небольшой опыт их использования для изучения биологических, геологических и других процессов в Мировом океане. Показано, что долговременность таких АНПА может достигать от нескольких месяцев до одного-двух годов, что значительно расширяет круг научных программ и возможности решения сложных, недоступных ранее проблем океанологических исследований. Актуальность рассматриваемых в статье вопросов определяется имеющимися экономическими и техническими трудностями выполнения экспедиционных работ отечественными научно-исследовательскими судами.

Ключевые слова: цифровой океан, океанологические исследования, АСОИ ЭО, подводная робототехника, АНПА, зарядные док-станции, Мировой океан

LONG-TERM OCEANOLOGICAL RESEARCH USING AUTONOMOUS UNMANNED UNDERWATER VEHICLES

Gorlov A.A.

P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, e-mail: oceangorlov@yahoo.com

The P.P. Shirshov Institute of Oceanology of the Russian Academy of Sciences is developing a new concept of an autonomous system of long-term oceanological research based on various types of ocean energy (ASOI EO) aimed at continuous acquisition of large data sets through the wide use of various surface and underwater robotics means. Such a solution could ensure a permanent presence of scientists in the oceans with minimal use of expensive research vessels to operate. At the same time, there are great opportunities to carry out observations and research in all major areas of oceanology and hydrometeorology, to receive and transmit data to the coastal or ship Center in almost real time and from it to remotely change scientific programs. Abroad, within the framework of the Digital Ocean concept, similar work is being carried out, which determines the expediency of studying this experience. Of particular interest are the prospects for using autonomous unmanned underwater vehicles (AUVs) automatically recharged from special docking stations for long-term continuous oceanological research. The article discusses various technical solutions for the implementation of such systems and still a small experience of their use for the study of biological, geological and other processes in the World Ocean. It is shown that the duration of such AUVs can reach from several months to one or two years, which significantly expands the range of scientific programs and the possibilities of solving complex, previously inaccessible problems of oceanological research. The relevance of the issues considered in the article is determined by the existing economic and technical difficulties in performing expeditionary work by domestic research vessels.

Keywords: Digital Ocean, oceanological research, ASOI EO, underwater robotics, AUV, charging docks, World Ocean

Мировой океан богат различными биологическими, геологическими и другими природными ресурсами, а также он играет важнейшую роль в формировании глобального климата. Например, только в 2003 г. экономический ущерб от природных катастроф составил в США почти 30 % внутреннего валового продукта [1]. Для глобального прогнозирования климата и сохранения окружающей среды, а также обеспечения добычи полезных ископаемых и биологических ресурсов необходимо постоянное про-

ведение широкого круга океанологических исследований. С этой целью используются различные технические средства – научно-исследовательские суда, поверхностные и притопленные буи, донные станции и обсерватории, дрейфтеры, глайдеры, обитаемые и необитаемые телеуправляемые, буксируемые и автономные подводные аппараты (АНПА) [2]. Каждое из этих средств позволяет решить определенный круг научных задач, но, однако, имеет те или иные ограничения при использовании в суровой

океанской среде. К ним могут относиться: недостаточная мобильность или маневренность, низкая чувствительность, малое пространственно-временное разрешение, большая зависимость от погодных условий, трудность и опасность частого развертывания и съёмки и т.п. Многие научные задачи требуют возможного непрерывного долговременного мониторинга и быстрой, гибкой реакции на внезапное, но ожидаемое в процессе наблюдения событие, например появление какого-либо животного или начало геофизического процесса. Наилучшим образом всем перечисленным требованиям соответствуют АНПА, но они имеют относительно малую автономность, исчисляемую часами или сутками, после чего их необходимо поднимать на борт судна для подзарядки батарей. Кроме трудности и опасности выполнения спуско-подъемных работ в открытом океане, необходимость постоянного нахождения обеспечивающего судна в районе работы АНПА вызывает большие экспедиционные расходы, приблизительно составляющие до 30 тыс. долл. США в сутки [1, 3].

Часто многие важные научные данные необходимо получать в экстремальных погодных условиях, например выполнять измерения на границе океан – атмосфера во время урагана, для чего в настоящее время используются зонды, сбрасываемые с самолетов, что также очень дорого. Наиболее оптимально возможно проводить исследования согласно концепции «Цифровой океан» (Digital Ocean), в последние годы разрабатываемой Институтом океанографии Скриппса (США) и предполагающей комплексное использование всевозможных научных робототехнических средств и платформ с датчиками в различных районах океана. В Институте океанологии им. П.П. Ширшова РАН ещё в 2011 г. была выдвинута подобная, но более универсальная концепция автономной системы долговременных океанологических исследований на базе различных видов энергии океана (АСОИ ЭО) [3, 4]. Она направлена на долговременный непрерывный сбор, накопление и передачу больших массивов океанских данных (Big Data) в реальном масштабе времени, что невозможно сделать без постоянного энергоснабжения всех средств океанотехники. Такое решение позволяет проводить непрерывные долговременные исследования практически по всем океанским научным направлениям; обеспечить точные климатические прогнозы и предупреждения о природных катастрофах; выполнять постоянный мониторинг загрязнения оке-

ана и незаконного рыболовства и т.д. При этом на передний план выходят различные АНПА повышенной автономности, в частности с возможностью подзарядки от поверхностных или подводных док-станций [1, 3, 4]. Постоянное энергообеспечение АНПА позволяет устанавливать на них научное оборудование и измерительные датчики в десятки раз большей мощности, чем на обычные аппараты, или комплексно использовать различное оборудование. Такие беспилотники обеспечивают постоянное присутствие ученых в Мировом океане в течение нескольких месяцев или лет без обеспечивающих судов с дистанционным обменом информацией с береговыми центрами.

Целью исследования является изучение зарубежного опыта разработок, внедрения и эксплуатации АНПА с зарядными док-станциями в Мировом океане, что очень важно для развития отечественной концепции системы долговременных океанологических исследований АСОИ ЭО, предложенной ИО РАН [3, 4]. Долговременное использование АНПА позволяет значительно расширить круг научных задач и программ, а также обеспечивает возможность решения сложных, недоступных ранее проблем наблюдения процессов в океане. При этом находящимся удаленно на берегу или судах ученым обеспечивается возможность дистанционно, практически в реальном времени, вести океанские измерения и наблюдения, а также гибко менять научные миссии беспилотников. Поэтому целью исследования также является выявление и анализ немногочисленных ещё научных программ, выполненных за рубежом с помощью новых, робототехнических и цифровых технологий, без использования научно-исследовательских судов.

Материалы и методы исследования

Методы океанологических исследований определяются использованием имеющихся для этого технических средств. В соответствии с разрабатываемой ИО РАН концепцией автономной системы долговременных океанологических исследований (АСОИ ЭО), в основе новых методов изучения Мирового океана лежит широкое использование различных средств робототехники повышенной автономности [3, 4]. Такие методы позволяют выполнять недоступные ранее научные программы, направленные на долговременное непрерывное накопление больших массивов океанских цифровых данных. В предыдущих статьях журнала, в рамках концепции АСОИ ЭО, нами были рассмо-

трены методы исследований поверхностными морскими беспилотниками, а также с использованием стационарных узловых измерительных платформ (СУП) на базе возобновляемой энергии океана. В настоящей статье рассматриваются методы исследований за счет мобильных АНПА, подзаряжаемых от док-станций [1, 3, 4].

За рубежом первый автономный необитаемый аппарат для глубоководных океанологических исследований, АНПА «Odyssey I», был создан в США в Лаборатории Массачусетского технологического института (AUV Lab MIT) при участии Океанографического института Вудс-Хоула (WHOI) [5]. Этот проект финансировался за счет Морского гранта (Sea Grant), Национального научного фонда (NSF) и Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA). Рабочая глубина аппарата составляет 6000 м, масса 195 кг, длина 2,15 м и диаметр 0,59 м. В 1994 г. на его основе был создан АНПА «Odyssey II» (рис. 1, а) с улучшенными характеристиками и низкой стоимостью (75 тыс. долл. США). В корпусе аппарата были установлены различные датчики и акустическая цифровая связь, а управление всеми системами и навигация осуществлялись бортовым компьютером, позволявшим по желанию оператора изменять научные программы (миссии).

Первые погружения этого аппарата с научными целями были проведены в Арктике (море Бофорта), а затем над гидротермальными выходами района Хуан-де-Фука. Далее были созданы новые модификации АНПА «Odyssey II», которые оказались простыми, надежными и успешно использовались для океанологических исследований. Например, в 1996 г. два таких аппарата, с установленными на них датчиками качества воды, измерителями скорости течения и гидролокаторами бокового обзора

в течение 21 суток изучали динамику фронтального перемешивания в проливе Нуго Strait у острова Ванкувер. В течение 1997–2000 гг. AUV Lab MIT, совместно с WHOI, начали внедрение автономной сети отбора проб в океане (AOSN), концепция которой, изначально разработанная с участием Института Океанографии Скриппса, предполагает использование различных АНПА на полигонах расположения стационарного подводного научного оборудования, объединенного оптоволоконным кабелем электроснабжения сети и передачи информации на береговой Центр [6]. Для проведения долговременных пространственно-временных измерений в районе её размещения, было запланировано использование нескольких АНПА с разработанной в WHOI автономной зарядной док-станцией, подвешенной на кабель-тросе под поверхностным бумом [7]. В состав станции входили бортовые аккумуляторные батареи, микропроцессорная система связи и управления, гидроакустический маяк (пингер) для её обнаружения аппаратом и механизм захвата АНПА, перемещающийся по закрепленной на тросе металлической штанге. Самонаведение АНПА «Odyssey II» на док-станцию обеспечивалось его акустической системой с ультракороткой базой (USBL) с расстояния до 1 км. В случае, если АНПА не смог состыковаться с первого раза, он уходил от станции и снова повторял попытку. Стыковка осуществлялась за счет механической V-образной защелки захвата, закрепленного на носу аппарата (рис. 1, б). После надежного зацепления производилось выравнивание сердечников индуктивной бесконтактной передачи, установленных на АНПА и на док-станции, и начиналась подзарядка аккумуляторных батарей аппарата и передача с него полученных данных в устройства памяти док-станции, а также загрузка в него новой программы исследований.

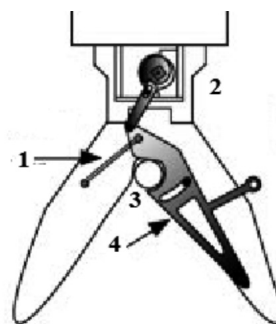


Рис. 1. Автономный необитаемый аппарат «Odyssey-II» (а) и стыковочный захват, установленный в носовой части АНПА (1 – пружина защелки захвата, 2 – привод защелки, 3 – стыковочный стержень док-станции, 4 – защелка захвата)

В состыкованном состоянии АНПА и док-станция образовывали единую систему с общим информационным интерфейсом. С док-станции данные исследований подавались на буй обеспечения, а с него через спутник на береговую базу. После завершения зарядки АНПА оставался в док-станции до сигнала о начале выполнения следующей миссии. Тогда захват, перемещаясь по штанге, освобождал аппарат, электромотор раскрывал защелку (рис. 1, б) и АНПА уходил от док-станции, которая по акустической связи продолжала отслеживать его путь до возвращения назад. Автономность станции составляла 4 месяца при мощности её батарей около 60 кВт·ч, что обеспечивало за это время выполнение не менее 12 научных миссий АНПА по 12 ч каждая. Натурные испытания системы АНПА «Odyssey II» с зарядной док-станцией были успешно проведены в разных акваториях, в том числе в 1998–2000 гг. в Лабрадорском море и заливе Монтерей, и продемонстрировали эффективность такого способа научных исследований. Однако недостатком конструкции рассмотренного проекта являлось большое количество механических элементов системы стыковки.

Сеть океанических обсерваторий OOI

Для дальнейших разработок концепции кабельных океанографических сетей AOSN, новых АНПА и зарядных док-станций следующего поколения специалисты AUV Lab MIT и WHOI, находящиеся на атлантическом побережье, установили научно-техническое содружество с океанологами Международного научно-исследовательского института аквариума Монтерей-Бей (MBARI) на тихоокеанском побережье США. В результате этого были созданы и стали широко использоваться для научных работ серии АНПА «Odyssey», «Tethys», «Bluefin», «SeaBED» и других, а также новые типы док-станции для них. С целью внедрения этих новых технологий в практику океанографических исследований в WHOI был образован Центр морской робототехники.

Концепция AOSN активно развивалась в WHOI путем создания в различных районах сети океанических обсерваторий (OOI), что позволило перейти от эпизодических научных судовых экспедиций к постоянному присутствию ученых в Мировом океане [8]. Сети OOI представляют собой поверхностные буи и подводные платформы с датчиками и оборудованием для наблюдения и изучения физических, химических, геологических и биологических процессов в толще океана, на его дне и на границе оке-

ан – атмосфера. Это дает возможность более глубокого понимания и решения многих важнейших проблем, таких, как изменение климата, изменчивость экосистем, подкисление океана, круговорот углерода и т.д. Интеграция отдельных OOI в единую глобальную систему распределенных наблюдений обеспечит всем ученым мира в любое время свободный доступ к получаемым данным через интернет в режиме, близком к реальному времени, что станет новой парадигмой океанографических исследований. Например, через каждые три часа с участка дна, находящегося на глубине около 1,8 км в 500 км от побережья США, любой желающий может наблюдать *in situ* факелы гидротермальных выходов и животных вокруг них. Одновременно с этим происходит постоянная видеозапись происходящего. Такие решения по мере развития технологий измерений, IT-технологий, различных каналов связи, миниатюризации морской робототехники и т.п., будут открывать дополнительные возможности для дистанционного выполнения всё новых океанографических исследований и открытий.

Финансирование развития сети OOI в США осуществляется Национальным научным фондом (NSF). С конца 2009 г., за первые пять лет расходы на внедрение сети OOI составили 106 млн долл. США, на следующем этапе по 55 млн долл. США в год и начиная с 2019 г. ежегодно около 44 млн долл. США. Общая координация и управление сетью OOI осуществляется из WHOI. К настоящему времени эта сеть уже охватывает шесть районов, расположенных в Тихом океане, Северной и Южной Атлантике, Инфраструктура OOI состоит из 83 платформ с более 830 единицами научного оборудования на них, что позволяет непрерывно получать свыше 100 000 данных.

Технологии долговременных научных исследований института WHOI

Компанией «Hydroid» при участии океанологов WHOI было разработано семейство компактных и надежных АНПА «REMUS» (Remote Environmental Monitoring Unit System) с рабочими глубинами 100, 600 и 6000 м. Для научных исследований в прибрежных районах широко использовался АНПА «REMUS-100» массой 37 кг, длиной 1,6 м и диаметром 19 см. Базовая цена этого аппарата составила около 175 тыс. долл. США. Бортовая литиево-ионная батарея мощностью в 1 кВт·ч обеспечивала 22 ч автономности аппарата при средней скорости хода 1,5 м/с. На типовом АНПА «REMUS-100» был установлен двухчастотный гидролокатор бокового обзора, акустический до-

плеровский профилограф течений (ADCP), датчики CTD и оптических свойств водной среды. Точность движения аппарата обеспечивалась системой GPS, гидроакустическими навигационными системами с длинной и ультракороткой базами, доплеровским лагом, гирокомпасом, датчиками курса и угловых скоростей. В зависимости от научной миссии на аппарат могут быть дополнительно установлены датчики биолуминесценции, флюорометр, радиометр, насос для забора планктона и т.д. Ввод новых научных программ в АНПА «REMUS-100» после его подъема на борт судна, а также обработка получаемой им информации осуществляется портативным компьютером.

передачи информации от АНПА на спутник и в обратном направлении.

С учетом опыта, полученного при эксплуатации док-станции для АНПА «Odyssey II», в WHOI был создан её модифицированный вариант для АНПА «REMUS-100» [9]. Для повышения эффективности стыковки с док-станцией на аппарат был установлен новый носовой модуль с акустическим датчиком самонаведения, инерциальной навигационной системой «Kearfott» (5) и цифровой навигационной акустической системой с ультракороткой базой (USBL), работающей на частотах 20–30 кГц (7), в результате чего его длина АНПА увеличилась до 174 см (рис. 2).



Рис. 2. АНПА REMUS 100, модифицированный для док-станции

Для обеспечения синоптических наблюдений на шельфе и области его разлома, а также на континентальном склоне, мобильные АНПА могут стать основными инструментами измерений поперечных и продольных «вихревых потоков» в условиях воздействия ветра и мезомасштабной изменчивости. С этой целью в одном из районов сети ООИ под названием «Pioneer Atau», расположенном недалеко от побережья Вудс-Холла на шельфе Атлантического океана, были использованы два АНПА «REMUS», которые работали на акватории площадью около 80 x 100 км и глубиной до 600 м. В этом районе происходит встреча океанических течений и обмен питательными веществами между побережьем и глубоким океаном, поэтому исследования здесь позволяют изучить экосистему шельфа, а также дают представление о проблемах загрязнения и газообмена на границе океан – атмосфера, включая углекислый газ. Существенное увеличение долговременности непрерывной работы этих аппаратов было обеспечено за счет установки в 2015 г. в центре этого района на глубине 450 м зарядной док-станции. Сама станция была соединена кабелем с бумом на поверхности, служащим для её электроснабжения и пе-

Кроме того, носовая часть корпуса аппарата была оснащена блоком CTD (6) и розеткой для штырей передачи электроэнергии и данных между АНПА и док-станцией после стыковки. Навигационная система (3) с длинной базой (LBL) позволяет обнаружить транспондер (гидроакустический излучатель) док-станции на удалении более 3000 м и обеспечить движение к нему с высокой точностью. Дополнительную информацию обеспечивает гидролокатор бокового обзора (2). Траектория подхода АНПА к док-станции аналогична глиссаде самолета при посадке, при этом снижение аппарата начинается примерно в 100 м от неё. В дополнение к системе USBL для повышения точности подхода к док-станции АНПА «REMUS» оснащен (4) также акустическим доплеровским измерителем скорости течений (ADCP) и измерителем скорости движения (DVL), Диаметр ловушки док-станции, куда должен попасть аппарат и продвигнуться внутрь цилиндрической части, имеет размер меньше метра (рис. 3). Поэтому в ближней зоне необходима высокая точность вычисления дальности (несколько сантиметров) и пеленга (около градуса). На поверхности корпуса аппарата установлены приемная антенна GPS /

Iridium (1) и сетевая антенна беспроводной связи 2,4 МГц, позволяющие оператору дистанционно выполнять проверки, загружать в АНПА новые научные программы и получать с него данные и видео исследований. Это же можно сделать через поверхностный буй, который подключен к док-станции подводным кабелем.

Док-станция оснащена решетчатой лопушкой (1) для свободного входа АНПА и балластной системой (2), обеспечивающей нейтральную плавучесть при постановке станции на дно с помощью телеуправляемого НПА или водолаза, а также её автоматический подъем на поверхность по акустическому сигналу (рис. 3).

Главной целью модификации зарядной станции было упрощение её конструкции и повышение надежности, путем использования для фиксации АНПА в доке и его контактного соединения только одного электропривода (3). Когда система управления АНПА распознает вход в док-станцию, двигателями аппарата осуществляется его окончательная фиксация в цилиндрической части станции. Передача от док-станции электроэнергии и загрузка новой программы (миссии) работы на АНПА, а также от него данных исследования, осуществляется через стыковочное соединение, которое приводится в действие от электропривода специальным механизмом, установленным на раме станции, после того, как аппарат уже надежно зафиксирован в донной станции. Разъем состоит из двух направляющих штифтов док-станции, которые вводятся в ответные отверстия на корпусе аппарата, и электрического «мокрого» контактного соединения посередине, защищенного от морской воды полиуретановой присоской. Док-станция может обеспечиваться энергией от буя на поверхности или по кабелю подводной обсерватории, либо от собственных литий-ионных батарей, мощностью 11 кВт·ч и напряжением 23 В, что позволяет АНПА «REMUS» после зарядки работать

непрерывно около 3 суток до следующей стыковки при скорости 5 узлов (2,5 м/с) или значительно дольше на более низких скоростях. Аккумуляторы с блоками электроники размещены в прочном корпусе герметичного контейнера (4), установленного на несущей раме док-станции (5).

Архитектура программного и электронного обеспечения док-станции совместима с установленным на АНПА «REMUS». Центральный компьютер станции через гостевой порт или через «Ethernet» подключается к информационной системе аппарата сразу же после выполнения электрического контактного соединения станции с аппаратом, обеспечивая общий интерфейс обеих систем. Модемы интерфейса дуплексной связи обеспечивают производительность 56 кБит/с на частотах 10–300 кГц. Программное обеспечение док-станции предназначено для осуществления мониторинга окружающей среды и телеметрии, а также управления приводом фиксации АНПА и подключения к нему электропитания и канала передачи данных. Станция может быть переведена в «спящий режим» в периоды между стыковками с АНПА для сохранения заряда бортовых батарей. Фактически, док-станция также может являться автономным подводным аппаратом и осуществлять собственные миссии, а также управляться тем же оператором, что и сам АНПА «REMUS». Натурные испытания док-станции с АНПА «REMUS-100» были проведены в 2005–2006 гг. недалеко от акватории Вудс-Хоула, а затем у побережья Флориды. Всего было совершено 29 попыток стыковки, из которых 17 прошли полностью успешно с подзарядкой батарей аппарата, передачей научных данных и загрузкой новой миссии. Целью дальнейших разработок долговременных док-станций являлось повышение как их собственной надежности, так и всего процесса автоматической стыковки с учетом различных проблем океанской среды (течения, биообрастание, коррозия и т.п.).

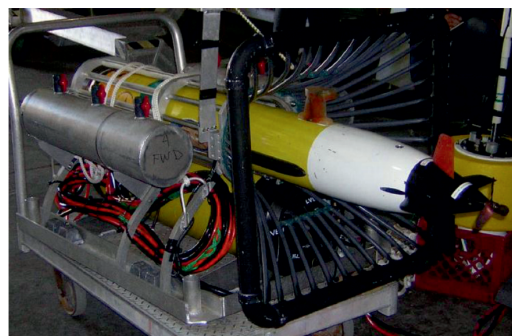
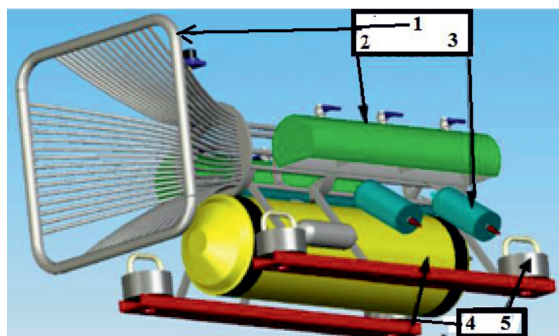


Рис. 3. Док-станция с входным соплом и баками плавучести

Технологии долговременных научных исследований института MBARI

Одновременно с WHOI, работы по подводной робототехнике начались в океанологическом институте MBARI, где были созданы АНПА «Bluefin», АНПА «Tethys» и зарядные док-станции к ним, рассчитанные на подключение к волновому энергетическому бую, либо к одной из модификаций концепции AOSN – кабельной обсерватории Monterey Advanced Research System (MARS) в заливе Монтерей [10]. Эта океанологическая обсерватория является первой на западном побережье США и состоит из восьми расположенных на глубине 891 м донных модулей (узлов), подключенных оптико-волоконным кабелем длиной 52 км к береговому Центру. Система MARS обеспечивает непрерывное электропитание и передачу данных для любых исследовательских приборов в открытом море, что позволяет океанологам разрабатывать и проводить разнообразные программы исследований. К каждому из восьми донных модулей с помощью телеуправляемых АНПА можно подключать различное научное оборудование. В настоящее время в обсерватории MARS используется: гидроакустическая система наблюдения за поведением рыб «DEIMOS»; различные гидрофоны изучения океанской жизни; автономный донный ПТА «Benthic Rover» для изучения осадков; датчики температуры, проводимости и давления (CTD); автоматическая биологическая лаборатория; видеокамера «Eye in the Sea» высокой чувствительности; подводная лаборатория «FOCE» для изучения

концентрации CO_2 в морской воде; широкополосные сейсмометры; фотосистема наблюдения за бентосом «PhoBOS» и другое. Непрерывные измерения и наблюдения, выполняемые с помощью АНПА, движущихся по любым траекториям в расположении обсерватории MARS, могут обеспечить дополнительные возможности для различных научных исследований (рис. 4).

С этой целью MBARI было запланировано использование АНПА «Dorado / Bluefin 21», диаметром 54 см, длиной 3,6 м и массой 640 кг (рис. 5, а). Бортовые литиевые полимерные аккумуляторы, мощностью 2 кВт-ч, обеспечивают дальность хода аппарата около 30 км при скорости движения 1,5 м/с [11]. Для навигации установлен доплеровский измеритель скорости (DVL), данные которого корректируются при всплытии на поверхность системой позиционирования (GPS). Поиск док-станции осуществляется высокоточной гидроакустической навигационной системой с ультракороткой базой (USBL) модели Sonardyne, обеспечивающей поле зрения ± 85 градусов при частоте работы в 1,0 Гц. Основными требованиями при разработке док-станции для АНПА «Bluefin 21», так же как и для АНПА «REMUS», были максимальная простота и надежность, поэтому в станции использовалась только одна подвижная часть с электроприводом. Конструкция док-станции для проведения испытаний состояла из армированной нержавеющей стали кольцами диаметром в 2 м стеклопластиковой воронки входа АНПА, соединенной с цилиндром его фиксации, установленных на треугольной раме (рис. 5, б).

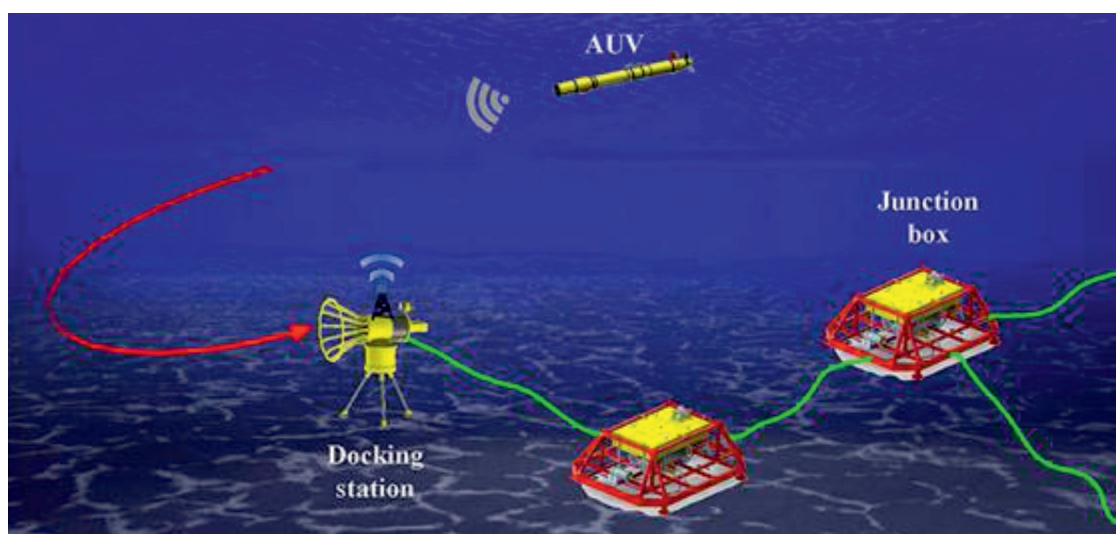


Рис. 4. Донная кабельная обсерватория MARS, где AUV – АНПА, Junction Box – стационарный соединительный модуль, Docking station – зарядная док-станция

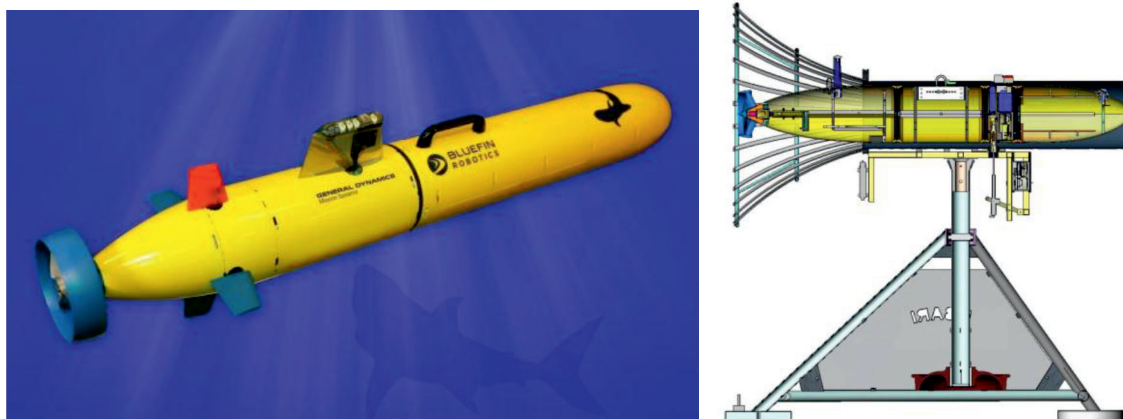


Рис. 5. АНПА «Блюфин» (а) и поперечное сечение зарядной док-станции (б)

Под приемным цилиндром были размещены акустический транспондер для самонаведения АНПА и прочный контейнер с электроникой управления процессами стыковки, передачи энергии и обмена данными. Электропитание на тестовый вариант док-станции подавалось по кабелю с одного из поверхностных буев научной сети Monterey Ocean Observing System (MOOS), оснащенного преобразователями волновой и солнечной энергии. Эти же кабель и буй служили для передачи информации между береговым Центром и АНПА через док-станцию. Алгоритм наведения, стыковки и расстыковки состоял из следующих шагов:

1. Навигационная система USBL аппарата на расстоянии до 2 км находит сигнал с док-станции и, учитывая показания гироскопа, рассчитывает траекторию движения АНПА в направлении к ней.

2. При приближении к станции около 200 м АНПА замедляет скорость движения до 1,0 м/с и, используя USBL, DVL и гироскоп для коррекции дрейфа аппарата под действием течений, начинает выполнять режим плавной «посадки», заканчивающийся подходом аппарата к осевой линии конуса захвата дока.

3. Конус захвата обеспечивает выравнивание АНПА по всем осям и его вход полностью в цилиндр дока с диаметром только на несколько сантиметров больше диаметра аппарата, после чего по сигналу специального датчика срабатывает привод защелки док-станции и происходит окончательная фиксация аппарата.

4. В этом положении закрепленная на док-станции штанга оказывается введенной в приемное гнездо на АНПА, что обеспечивает индуктивную передачу электроэнергии

через морскую воду со станции на батареи аппарата, без непосредственного контактного соединения. При этом эффективность передачи 1,0 кВт электроэнергии может достигать около 88 %.

5. Одновременно с подзарядкой АНПА, также через воду происходит передача полученных данных и новых миссий между аппаратом и док-станцией со скоростью 10 Мбит/с через беспроводную сеть Ethernet, антенны которой расположены в верхней части АНПА и на ловушке станции с разнесением 2,5 см.

6. После завершения зарядки система управления дока освобождает фиксацию АНПА и индуктивного соединения, что позволяет ему выйти на свободную воду для выполнения новой научной программы.

Долговременные автономные необитаемые подводные аппараты

Долговременность непрерывных научных исследований может быть значительно увеличена за счет повышения емкости батарей АНПА при уменьшении их размеров, а также минимизации всех собственных расходов энергии аппарата. Именно по такому пути пошли океанологи МБАРИ при создании АНПА «Tethys», что обеспечило его автономность свыше нескольких недель и положило начало использованию нового типа долговременных подводных аппаратов (ДАНПА), отнесенных за рубежом к классу LR AUV (Long Range AUV) [12]. При разработке АНПА «Tethys» было уделено большое внимание снижению поверхностного трения и выбору оптимальной гидродинамической формы его корпуса (рис. 6, а). Длина аппарата составляет 2,29 м, диаметр 30,5 см и водоизмещение 137 л.

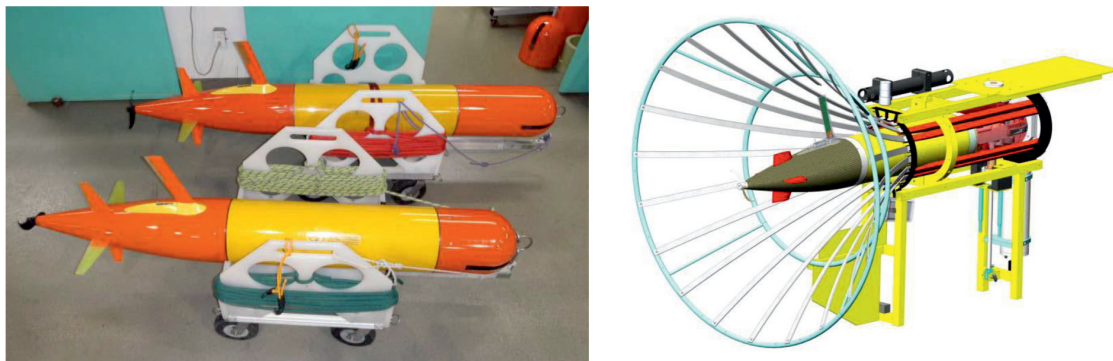


Рис. 6. Два АНПА класса «Tethys» на палубе (а) и зарядная док-станция (б)

На корпусе аппарата размещены кормовые рули управления и антенна GPS/Iridium. Для навигации на аппарате установлены магнитный компас и измеритель скорости DVL, показания которого корректируются по данным GPS при запрограммированных всплытиях на поверхность, а также система USBL или LBL. Общая точность навигации составляет до 4% от пройденного расстояния. В средней части аппарата размещен прочный контейнер объемом 65 л с системой изменения плавучести, батареями и другим оборудованием. Основная часть измерительных датчиков и научной аппаратуры размещена в разгруженных от гидростатического давления отсеках в носовой и кормовой частях АНПА. Кроме регулировки плавучести, имеется возможность изменения дифферента за счет перемещения аккумуляторных батарей. Такие решения позволяют АНПА «Tethys» работать как в обычном режиме подводного аппарата, так и в «спящем» режиме поплавка нейтральной плавучести или в режиме глайдера по пилообразной траектории. Поэтому оптимально спланированная программа научных исследований может обеспечить высокую автономность аппарата с минимальными затратами энергии. АНПА «Tethys» приводится в движение от бесщеточного электромотора постоянного тока, размещенного в прочном корпусе. Он подключен через магнитную муфту к валу гребного двигателя, находящегося вместе с подшипниками в «мокром» кормовом отсеке, что позволяет снизить трение и общие энергозатраты. Экономия энергии обеспечивается также установкой на АНПА измерительных датчиков с низким энергопотреблением и автоматическим управлением потребляемой мощностью каждого из них. Всё это позволило АНПА «Tethys», при выполнении первых научных исследований в открытом океане в 2012 г., отойти на 500 км от берега

и совершить автономное плавание в течение 23 суток на 1800 км со средней скоростью 1,0 м/с. Такая высокая автономность аппарата дает возможность длительного его использования в удаленных районах, в том числе и подо льдом.

Разработанная в MBARI док-станция для АНПА «Tethys» (рис. 6, б) по своему принципу действия во многом аналогична станции для АНПА «Bluefin» [12]. Для наведения на неё также используется гидроакустический маяк и установленная на подводном аппарате навигационная система USBL, электроэнергия на док может подаваться с кабельной обсерватории типа MARS MBARI или по кабелю от буя на поверхности, как на полигоне MOOS MBARI [10]. Главное отличие док-станции для АНПА «Tethys» состоит в том, что при стыковке используется контактное соединение аппарата и дока. Прямое электрическое соединение док-станции с АНПА обеспечивает 100% передачу электроэнергии, но требует защиты контактов от коррозии и биообрастания в морской воде, а также очень точной стыковки контактов, исключаяющей их повреждение при многократном использовании. Поэтому при разработке зарядных док-станций всё чаще используется бесконтактный индукционный способ передачи электроэнергии, хорошо зарекомендовавший себя для АНПА «Odyssey II» и АНПА «Bluefin». В этом случае снижаются требования к точности соединения для передачи, малое значение имеют обрастание и коррозия. Однако эффективность передачи энергии уменьшается почти на 15–20%, а также повышаются масса и габариты оборудования, как на док-станции, так и на борту АНПА за счет сердечников трансформатора бесконтактной передачи энергии, инверторов, выпрямителей и регулятора зарядного устройства батарей АНПА. Новые технические решения по-

зволяют снизить роль этих недостатков, однако главной проблемой реальной долговременности работы подводной робототехники остается обеспечение её абсолютной надежности. Максимально долговременные автономные океанологические исследования в Мировом океане может обеспечить только совместное использование аппаратов класса ДАНПА (LR AUV) и зарядных док-станций (рис. 7) с электроснабжением от поверхностных или подводных блоков с океанскими возобновляемыми источниками энергии в соответствии с концепцией АСОИ ЭО [3, 4].

Примеры океанологических исследований с помощью АНПА повышенной автономности

А. Подводные аппараты класса ДАНПА (LR AUV).

Первые долговременные исследования с помощью АНПА «Tethys», оснащенных датчиками CTD, O₂, измерения нитратов, турбулентности, хлорофилла и т.п., были выполнены в 2011–2012 гг. в заливе Монтерей-Бей [12, 13].

1. Для выявления последствий вредного цветения водорослей на экосистему и здоровье человека были проведены исследования динамики изменчивости фитопланктона. На каждом спуске и подъеме аппарата, перемещавшегося по пилообразной траектории, записывались показания уровня хлорофилла и определялись координаты его максимума (центра пятна цветения).

2. Для отслеживания с высоким разрешением координат фронта апвеллинга были выполнены многократные разрезы в его активной зоне, что важно для изучения влияния этого процесса на экологию океана.

3. При каждом спуске и подъеме движущегося по пилообразной траектории подводного аппарата выполнялось обнаружение и отслеживание термоклина, что необходимо для исследований в области циркуляции океана, морской экологии и подводной акустики.

К 2019 г. аппараты класса ДАНПА (LR AUV) океанологического института MBARI совершили более 150 долговременных научных экспедиций. Они продемонстрировали уникальные возможности проведения исследований в океане, особенно в биолого-экологическом направлении, за счет возможности аппарата находиться в «спящем» режиме с минимальными затратами энергии на питание датчиков (не более 5–6 Вт) и полной его активизации лишь после обнаружения изучаемого объекта. Например, на озере Эри это позволило ДАНПА «Tethys» длительно выполнять поиск и изучение участков с большим количеством водорослей, а работающему с ним в паре ДАНПА «Makai», оснащенный экологическим пробоотборником, отправляться на эти участки и собирать пробы воды для анализов на токсичность [13]. Новые технологии LRAUV также значительно расширили круг научных программ всех других направлений исследований Мирового океана.

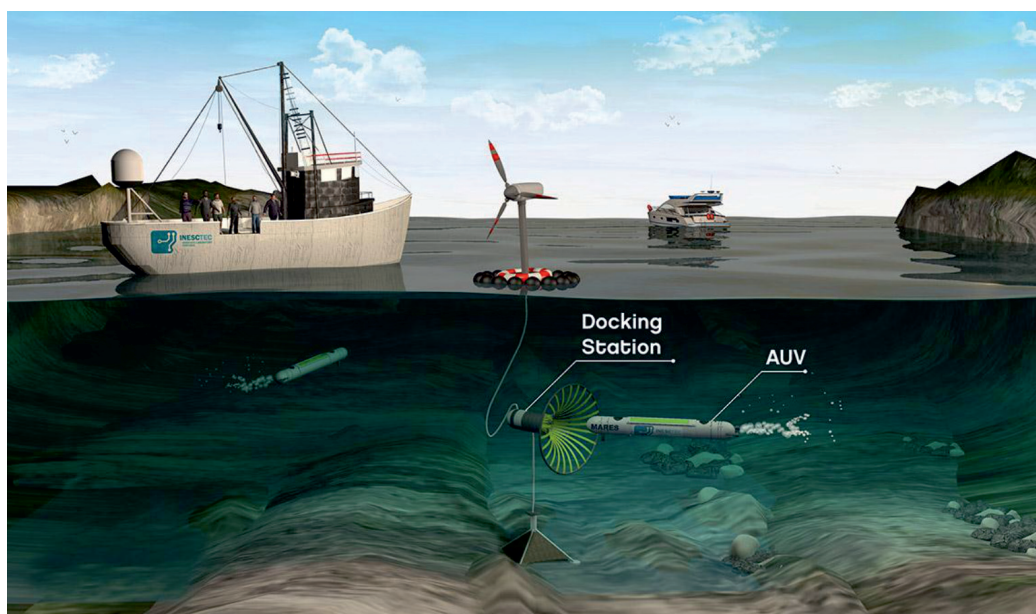


Рис. 7. Зарядная док-станция для АНПА с энергообеспечением от ВИЭ (Docking Station – док-станция, AUV – АНПА)

Б. АНПА совместно с зарядными док-станциями.

Специалисты института MBARI обобщили экспертные мнения двенадцати ведущих ученых США, работающих в областях океанской физики, биологии, химии, геологии и экологии [1]. В результате этого были выявлены 27 различных программ исследований, которые могут быть выполнены значительно более эффективно при помощи АНПА с автономными зарядными док-станциями, чем используя научные суда, поверхностные буи, буксируемые и телеуправляемые аппараты, дрейфтеры или глайдеры. Также были определены 22 вида датчиков и приборов, которыми было необходимо оснастить такие АНПА. Главным критерием выбора всех разработанных программ являлась возможность долговременно получать в суровых условиях открытого океана непрерывные пространственно-временные данные более высокого качества и гораздо дешевле, чем с использованием АНПА с борта обеспечивающего судна. Выявленные научные миссии охватывают прибрежные зоны океана, глубоководные и арктические районы, тектонические зоны срединно-океанических хребтов. Одна часть программ направлена на непрерывный сбор в заданных точках или по заданному маршруту различных данных, таких как температура, соленость, глубина, скорость течений, содержание хлорофилла, биолуминесценция и т.д. К другой части миссий относится сбор биологических или геологических образцов, их исследования и архивизация на борту АНПА. Анализ выявленных программ исследований показал, что для выполнения многих из них требуется одинаковый набор датчиков и научной аппаратуры, что расширяет возможности

АНПА для выполнения различных миссий. При этом может широко меняться необходимое пространственное и временное разрешение, а также требуемая дальность действия подводных аппаратов, достигающая сотен километров, и автономность развертывания зарядной док-станции в пределах от нескольких недель до двух-трех лет.

Одной из важных научных проблем, которые наиболее перспективно решать с помощью систем АНПА с док-станциями, является постоянное наблюдение в заданном районе океана до обнаружения эпизодически возникающего события или объекта, определяющего цель данной экспедиции. После того, как это произойдет, АНПА переключается на сбор данных и/или образцов с высоким пространственным и временным разрешением. К подобным долговременным миссиям относятся: мониторинг физических и биологических процессов на шельфе; пространственный мониторинг и сбор образцов для исследования вредоносного цветения водорослей; мониторинг и картирование микроэлементов в прибрежных водах; непрерывные наблюдения в активном сегменте срединно-океанского хребта; непрерывные гидрофизические наблюдения и реакция на события в каньонах; обнаружение гидротермального выхода с последующим мониторингом распространения его шлейфа и связанных с ним организмов; обнаружение и анализ *in situ* микробных организмов и т.д. В некоторых научных миссиях требуется последовательное использование нескольких АНПА и док-станций и, например, измерение с высоким разрешением временных и пространственных рядов CalCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Research) на больших площадях Мирового океана (таблица).

Примеры океанологических исследований с помощью АНПА с док-станциями

Цель исследований (миссии АНПА)	Научные задачи исследований	Данные измерений АНПА с док-станциями
Измерение временных и пространственных рядов CalCOFI с высоким разрешением для больших объемов толщи океана до 2500 кв. км, от дна 0–3000 м	Как влияет динамика системы течения (CCS) на биологические и экологические процессы? Модель фитопланктон – азот – зоопланктон?	CTD, ADCP, оптические датчики обратного рассеяния BBD/ OBS, спектрофотометр (ISUS), тепловизор, pH, флуорометр, O ₂ , pCO ₂ .
Долгосрочные непрерывные наблюдения на активном участке срединного океанического хребта до 10 кв. км, от дна 50–500 м	Как гидротермальные процессы влияют на биогеохимию, литосферу, экосистему океана и глобальный климат?	Температура, соленость, скорость течения, растворенный кислород, питательные вещества, микроорганизмы и пробы воды
Долгосрочное наблюдение за бентическими животными, картирование гидротерм и моллюсков в зонах до 100 кв. км, от дна 3–500 м	Какие виды бентических животных присутствуют в глубинах океана, их поведенческие паттерны и сезонная изменчивость	CTD, скорость течения, сульфид, метан, питательные вещества, растворенный кислород, наблюдения и цифровая съемка дна

Окончание таблицы		
Цель исследований (миссии АНПА)	Научные задачи исследований	Данные измерений АНПА с док-станциями
Мониторинг толщи вод с использованием лагранжевых и эйлеровых методов измерений в покрытых льдом регионах Арктики и Антарктики, во всей толще воды диаметром до 5 км	Какие зоопланктоны присутствуют, их численность, миграция, распределение, модели поведения и питания, влияние на экосистему	СТД, скорость течения, растворенный O_2 , толщина льда, распределение частиц, химические элементы, численность и распределение животных, цветная съемка

Ряды океанологических и промысловых данных CalCOFI позволяют ученым оценить влияние человека и последствий изменения климата на экосистемы прибрежных районов океана. Для ряда научных программ, связанных с обнаружением биологических объектов и последующим длительным наблюдением за ними, например конкретными морскими животными или рыбами, требуется одновременно использование нескольких АНПА с одной зарядной док-станцией. Выполненный учеными MBARI анализ показал целесообразность длительного присутствия в океане АНПА с док-станциями, как для быстрого реагирования на исследуемый объект и получения о нем высококачественных научных данных, так и для значительного снижения для этого экспедиционных затрат из-за отсутствия судов – носителей аппаратов.

Из рассмотренных научных программ следует особо выделить долговременные исследования глубоководных участков гидротермальных зон, а также районов Арктики и Антарктики, которые наиболее трудно, дорого или невозможно выполнять традиционными способами (таблица). Целесообразно выполнение миссий, направленных на обнаружение с помощью АНПА эпицентров подводных землетрясений, с последующим сбором образцов в зоне извержения и их лабораторными исследованиями *in situ* по микробиологии и геохимии. При этом непрерывные долговременные наблюдения должны проводиться на площади 10х20 км в толще воды до 50–200 м от дна, а после обнаружения места извержения в течение месяца на площади 20х60 км и по вертикали от дна до 1000 м. Целью миссий АНПА с зарядными док-станциями может быть также выявление гидротермальных выходов с последующим годичным мониторингом химико-биологических процессов в их факелах. Такие исследования очень важны для решения одного из главных вопросов – не приведет ли добыча сульфидных руд к нарушениям подводной экосистемы. Опыт MBARI (таблица) показал также эффективность использования АНПА с док-станциями в по-

лярных районах, которые являются наименее исследованными океанологами и могут быть недоступны для судов и где проведение работ с ледяного покрова чрезвычайно сложно, особенно в полярные зимы. Подобные исследования, выполняемые несколько раз в неделю в течение года, помогут установить, например, разновидности зоопланктона, их численность, распределение и сезонную изменчивость, а также модели поведения и влияние на экосистему Арктики или Антарктики. Одна из программ исследований в Арктике, разработанная океанологами MBARI, названа «Robo-Fram» [1] в честь норвежского полярного научного судна «Fram», которое с 1893 по 1912 г. три раза специально дрейфовало в арктических льдах, общей сложностью почти 4 года. Технологии подводной робототехники позволяют модернизировать эту идею для долговременных исследований, используя АНПА с подвешенной подо льдом зарядной станцией (рис. 8).

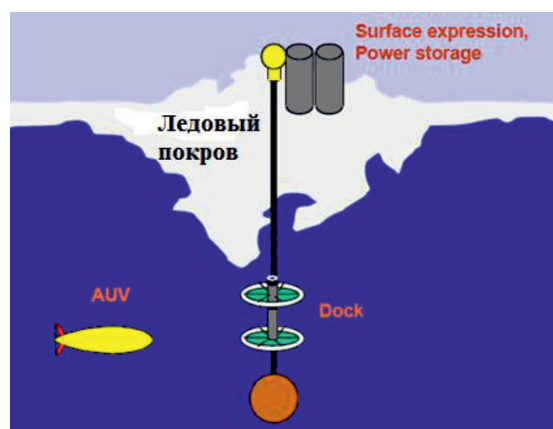


Рис. 8. Концепция Robo-Fram зарядной станции с АНПА для долговременных исследований в Арктике и Антарктике (AUV – АНПА, Dock – док-станция, Power storage – накопитель энергии) (MBARI)

Летом 2010 г. сотрудники WHOI с помощью АНПА «REMUS» провели подледные исследования переноса воды из Берингова

пролива в Арктику через Чукотское море, где её свойства меняются в результате охлаждения и образования льда [14]. Приток тихоокеанской воды является важным источником пресной воды, CO₂ и питательных веществ в Северный Ледовитый океан. Поэтому изучение этого процесса представляет большой интерес с точки зрения изменения климата и отступления арктического льда, для чего на АНПА «REMUS» были установлены датчики STD, измеритель течений ADCP, оптический измеритель хлорофилла и растворенного органического вещества ECO. С целью увеличения долговременности использования АНПА была использована выполненная из полиэтиленовой сети док-станция, которую опускали под воду через прорубь. Навигационная система USBL подводного аппарата обеспечивала его движение к док-станции по сигналу акустического маяка, размещенного в центре сети. Стыковка осуществлялась с помощью крюка в носовой части АНПА, после чего сеть с аппаратом поднималась через прорубь на поверхность для обслуживания. Было выполнено четыре автономных миссии АНПА «REMUS», каждая из которых заканчивалась успешной стыковкой. Всего подо льдом, с использованием систем навигации USBL и LBL, было пройдено 14 км и получены важные результаты океанологических исследований арктического шельфа. Дальнейшее развитие технологий систем АНПА с док-станциями обеспечит оптимальные возможности для эффективного выполнения подо льдом полярных районов различных научных программ.

Заключение

В соответствии с концепцией АСОИ ЭО Института океанологии им. П.П. Ширшова использование подводных беспилотников повышенной автономности обеспечивает огромные перспективы для проведения непрерывных наблюдений и исследований в Мировом океане [2–4]. Это очень важно в сложившейся обстановке, когда отечественный научный флот из-за недостатка средств на экспедиции гораздо больше времени находится у причала, чем в океанских экспедициях. К тому же этот флот состоит на 80% из старых судов, которые в ближайшие годы будут выведены из эксплуатации [3, 4]. А тем, которые останутся, могут ограничить выход в море без дорогостоящей модернизации силовых установок из-за экологических требований к выбросам от сжигания мазута, вводимых Международной морской организацией при ООН. Следует отметить также, что без проведения постоянных исследований в выделен-

ных для России районах с глубоководными залежами полезных ископаемых Международный орган по морскому дну может лишить нашу страну доступа к их разработке. Использование научных судов для подобных работ обходится более чем в 5 млн руб. в сутки, что в настоящее время является непозволительной задачей для отечественной науки [3]. Реализация концепции АСОИ ЭО (Цифровой океан) для выполнения научных исследований позволит решить перечисленные проблемы и полностью соответствует приоритетному направлению развития России – цифровизации её экономики. Разработка и внедрение новых научных программ и технических средств АСОИ ЭО, в первую очередь различных АНПА с зарядными док-станциями, позволит обеспечить отечественным океанологам долгожданный «выход в море» и долговременное непрерывное присутствие в Мировом океане для получения, передачи и накопления информации высокого качества при снижении экспедиционных расходов на сотни миллионов рублей. Как следствие, могут быть получены новые результаты и открытия по всем научным направлениям, разработаны более точные модели различных процессов в океане и климатических прогнозов, что позволит предотвратить или сократить ущерб от техногенных и природных катастроф, сохранить здоровье и жизни людей и избежать ущерба на многие миллиарды рублей.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИО РАН (тема № 0149-2020-0012).

Список литературы

1. Bellingham J.G. and all. Applications and Challenges of AUV Docking Systems Deployed for Long-term Science Missions. 2015. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/268057817_Applications_and_Challenges_of_AUV_Docking_Systems_Deployed_for_Long-term_Science_Missions/link/54bfb1620cf28ae4a660be7/download (date of access: 12.07.2020).
2. Горлов А.А. Океанологические исследования поверхностными беспилотниками повышенной автономности // Научное обозрение. Технические науки. 2018. № 5. С. 5–13.
3. Горлов А.А. Морские беспилотники долговременной автономности на базе ВИЭ // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 4. С. 30–41.
4. Горлов А.А. Зарядные станции автономных робототехнических систем океанологических исследований // Научное обозрение. Технические науки. 2019. № 4. С. 27–35.
5. A History of the Odyssey-class of Autonomous Underwater Vehicles. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://seagrant.mit.edu/auv-odyssey-class/> (date of access: 12.07.2020).
6. Webb D. and other. Autonomous Ocean Sampling Network. Oceanography. 1993. Vol. 6. No. 3. P. 86–94. [Electronic resource]. URL: https://tos.org/oceanography/assets/docs/6-3_curtin.pdf (date of access: 12.07.2020).
7. Bellingham J.G. and other. Docking for an Autonomous Ocean Sampling Network. 2001. [Electronic resource]. URL:

https://www.researchgate.net/publication/3231231_Docking_for_an_autonomous_ocean_sampling_network (date of access: 12.07.2020).

8. Ocean Observatories Initiative (OOI). 2020. [Electronic resource]. URL: <https://oceanobservatories.org/> (date of access: 12.07.2020).

9. Stokey R. and other. Autonomous Docking Demonstrations with Enhanced REMUS Technology. 2006. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4099107> (date of access: 12.07.2020).

10. Monterey Accelerated Research System (MARS) Cabled Observatory. 2020. [Electronic resource]. URL: <https://www.mbari.org/at-sea/cabled-observatory/> (date of access: 12.07.2020).

11. Bellingham J.G. and other. The Development and Ocean Testing of an AUV Docking Station for a 21» AUV. 2007. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/224305662_The_Development_and_Ocean_Testing_of_an_AUV_Docking_Station_for_a_21_AUV (date of access: 12.07.2020).

12. Tethys-Class Long Range AUVs – Extending the Endurance of Propeller-Driven Cruising AUVs from Days to Weeks. 2012. [Electronic resource]. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6380735> (date of access: 12.07.2020).

13. Long-range autonomous underwater vehicle Tethys. 2019. [Electronic resource]. URL: <https://www.mbari.org/at-sea/vehicles/autonomous-underwater-vehicles/long-range-auv-tethys/> (date of access: 12.07.2020).

14. Plueddemann A.J., Kukulya A.L., Stokey R., Freitag L. Autonomous Underwater Vehicle Operations Beneath Coastal Sea Ice. 2012. [Electronic resource]. URL: https://www.researchgate.net/publication/254062095_Autonomous_Underwater_Vehicle_Operations_Beneath_Coastal_Sea_Ice (date of access: 12.07.2020).