

ISSN 2518-1092

НАУЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

RESEARCH RESULT. INFORMATION TECHNOLOGY

7(3) 2022

16+

Сайт журнала:
rinformation.ru
сетевой научный рецензируемый журнал
online scholarly peer-reviewed journal



Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл. № ФС77-69101 от 14 марта 2017 г.

The journal has been registered at the Federal service for supervision of communications information technology and mass media (Roskomnadzor)
Mass media registration certificate El. № FS 77-69101 of March 14, 2017



Том 7, № 3. 2022

СЕТЕВОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с 2016 г.

ISSN 2518-1092



Volume 7, № 3. 2022

ONLINE SCHOLARLY PEER-REVIEWED JOURNAL

First published online: 2016

ISSN 2518-1092

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: **Черноморец А.А.**, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: **Жихарев А.Г.**, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и робототехнических систем Белгородского государственного национального исследовательского университета.

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: **Болгова Е.В.**, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета.

РЕДАКТОР АНГЛИЙСКИХ ТЕКСТОВ СЕРИИ: **Ляшенко И.В.**, кандидат филологических наук, доцент

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:

Басов О.О., доктор технических наук (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО), г. Санкт-Петербург)

Белов С.П., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Волчков В.П., доктор технических наук, профессор (Московский технический университет связи и информатики, г. Москва)

Дмитриенко В.Д., доктор технических наук, профессор (Харьковский национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков, Украина)

Иващук О.А., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Калмыков И.А., доктор технических наук, профессор (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь)

Корсунов Н.И., заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Коськин А.В., доктор технических наук, профессор (Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел)

Ломазов В.А., доктор физико-математических наук, профессор (Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, г. Белгород)

Маторин С.И., доктор технических наук, профессор (Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород)

Таранчук В.Б., доктор физико-математических наук, профессор, (Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь)

EDITORIAL TEAM:

EDITOR-IN-CHIEF: **Andrey A. Chernomorets**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, Belgorod State National Research University

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF: **Alexander G. Zhikharev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University

EXECUTIVE SECRETARY: **Evgeniya V. Bolgova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Belgorod State National Research University

ENGLISH TEXT EDITOR: **Igor V. Lyashenko**, Ph.D. in Philology, Associate Professor

EDITORIAL BOARD:

Oleg O. Basov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Sergey P. Belov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Valery P. Volchikov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Valery D. Dmitrienko, Doctor of Technical Sciences, Professor (Ukraine)

Olga A. Ivaschuk, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Igor A. Kalmykov, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Nikolay I. Korsunov, Honoured Science Worker of Russian Federation, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Alexander V. Koskin, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Vadim A. Lomazov, Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor (Russia)

Sergey I. Matorin, Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Valery B. Taranchuk, Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor (Belarus)

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Калинин В.С., Белов С.П. Обзор источников помех в спутниковых системах связи	3	Kalinin V.S., Belov S.P. Overview of sources of interference in satellite communication systems	3
Маслова М.А., Кузьминых Е.С. Проблемы облачных сервисов и методы защиты от рисков и угроз	14	Maslova M.A., Kuzminykh E.S. Problems of cloud services and methods of protection against risks and threats	14

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Терентьев В.С., Абрамова О.Ф. Автоматизация процессов мониторинга и контроля продукции трубного завода	23	Terentyev V.S., Abramova O.F. Automation of the processes of monitoring and control of pipe plant products	23
Маторин С.И., Гуль С.В. Концептуальная классификационная модель знаний как способ совершенствования универсальной десятичной классификации	34	Matorin S.I., Gul S.V. A conceptual classification model of knowledge as a way to improve universal decimal classification	34

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ

Демин О.Д., Лаптев А.А. Модель определения психоэмоционального состояния человека на основе аудио и видео данных	43	Demin O.D., Laptev A.A. Model for person psychoemotional state determination using audio and video data	43
Жихарев А.Г., Баскакова В.В. Подходы к оценке эффективности организационно-деловых процессов, организационной системы	57	Zhikharev A.G., Baskakova V.V. Approaches to assessing the effectiveness of organizational and business processes, organizational system	57
Ремизова А.А., Самигулин Т.Р. Поведенческая аналитика: анализ современного состояния и ее применение для решения задач бизнеса	63	Remizova A.A., Samigulin T.R. Behavioral analytics: analysis of the current state and its application in solving business problems	63

CONTENTS

INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES

AUTOMATION AND CONTROL

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DECISION MAKING

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES

УДК 621.396.933

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-1

Калинин В.С.
Белов С.П.

ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ПОМЕХ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ
СВЯЗИ

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы д. 85, г. Белгород, 308015, Россия

e-mail: vladmirkalinin@yandex.ru

Аннотация

В статье рассматриваются некоторые источники возникновения помех в спутниковых каналах связи, такие как воздействие ионосферы, космической погоды и воздействие техногенных источников помех. Показано, что спутниковые системы передачи информации остаются актуальными и продолжают развиваться, также рассмотрены планы и проекты по дальнейшему развитию данного вида связи в Российской Федерации. Рассмотрена актуальность VSAT-систем и область их текущего применения, а также предложены возможные способы применения данного вида спутниковой связи, основными способами применения видятся системы мониторинга и связь в отдаленных местах нашей планеты, а также изучение космоса и мониторинг состояния спутниковых ретрансляторов, находящихся в открытом космосе. Разобраны преимущества и недостатки построения подобных систем, а также, предложена идея нивелирования возникающих недостатков при помощи использования технологий когнитивного радио с использованием возможностей программно определяемых радиосистем.

Ключевые слова: спутниковая система связи; VSAT; мониторинг; помехоустойчивость; Арктика

Для цитирования: Калинин В.С., Белов С.П. Обзор источников помех в спутниковых системах связи // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №3, 2022. – С. 3-13. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-1

Kalinin V.S.
Belov S.P.

OVERVIEW OF SOURCES OF INTERFERENCE IN SATELLITE
COMMUNICATION SYSTEMS

Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: vladmirkalinin@yandex.ru

Abstract

The article discusses some sources of interference in satellite communication channels, such as the impact of the ionosphere, space weather and the impact of man-made sources of interference. It is shown that satellite information transmission systems remain relevant and continue to develop, plans and projects for the further development of this type of communication in the Russian Federation are also considered. The relevance of VSAT systems and the scope of their current application are considered, as well as possible ways of using this type of satellite communication are proposed, the main methods of application are monitoring systems and communications in remote places of our planet, as well as the study of space and monitoring the state of satellite repeaters located in outer space. The advantages and disadvantages of building such systems are analyzed, and the idea of leveling the emerging shortcomings by using cognitive radio technologies using the capabilities of software-defined radio systems is proposed.

Keywords: satellite communication system; VSAT; monitoring; noise immunity; Arctic

For citation: Kalinin V.S., Belov S.P. Overview of sources of interference in satellite communication systems // Research result. Information technologies. – Т.7, №3, 2022. – Р. 3-13.
DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-1

ВВЕДЕНИЕ

Можно утверждать, что многие аспекты жизни завязаны, в частности, на спутниковую связь: связь во время походов в море, комфорт на дачных участках, в виде интернета и телевидения, отслеживание состояния удаленных объектов, различного рода исследования и многое другое. Несмотря на удобство, относительную простоту установки конечного оборудования, на стороне пользователя, спутниковые системы связи весьма ненадежны, если сравнивать с другими видами беспроводной связи. Это вызвано огромными расстояниями, которые вынужден преодолевать сигнал, а также большим количеством помех разного рода, возникающих, в том числе, в зависимости от погодных условий и других природных явлений. При повышении защищенности от подобного рода помех увеличится качество предоставляемых услуг как для абонентов различных сервисов триплплэй (интернет, телевидение и телефония), так и для персонала, отвечающего за мониторинг и обслуживание различного рода установок в отдаленных регионах нашей страны.

МЕТОДЫ

Начать стоит с возможных перспектив: развитие данной отрасли коммуникационных услуг достаточно успешное, и это невзирая на определенную стагнацию этой отрасли в начале века и крах таких проектов как Иридиум и Глобстар, которые являлись попытками коммерциализации подвижной спутниковой связи, более того огромный успех радиовещания в спутниковых коммуникациях перекрыл эти проблемы. А наибольшие дивиденды получили такие услуги как теле- и радиовещание.

За период с 2000 по 2012 года, рынок вещания вырос более чем в 3 раза, в 3.5 если быть точным, и составил 113 млрд. \$, на столь позитивный рост не повлиял даже мировой финансовый кризис, а орбитальная группировка насчитывала 13 ретрансляторов на геостационарной орбите и выполняла следующие цели:

- Теле и радиовещание на 5 зон РФ и других стран, как коммерческих, так и государственных программ
- Организация сетей уровня магистральной, передача потоков данных, в том числе Интернет и телефония
- Поддержка мобильной связи в спутниковом диапазоне L
- Телевидение
- VSAT для корпораций и других локальных сетей.

В зону покрытия вошли страны Евразии, Северной Америки, Южной Америки, Австралии.

Федеральная космическая программа на 2006-2015 годы подразумевала обновление гражданской системы спутниковой связи, которая и была завершено после запуска спутникового ретранслятора Экспресс-АМУ1

Для обеспечения безопасности, государственного управления и развития экономики Российской Федерации на период 2017-2025 годы Минкомсвязью России совместно с Россвязью и ГП КС в 2015 г. разработан проект концепции ФЦП «Развитие орбитальной группировки спутников связи и вещания гражданского назначения, включая спутники на высокоэллиптической орбитах».

Для осуществления необходимо:

- Запустить в промышленную эксплуатацию группировку спутников для осуществления связи и вещания на высокоэллиптических орбитах в количестве 4 штук, срок выполнения до конца 2022 года.

-Запустить в промышленную эксплуатацию группировку спутников для осуществления связи и вещания на геостационарной орбите в количестве 7 штук, срок выполнения до конца 2025 года.

-В качестве научного приоритета установить развитие и использование сетей связи на основе спутниковых систем.

Выполнение выше названных пунктов приведет к укреплению лидерства России в Арктическом регионе, полностью покрыв нужды региона со стороны телекоммуникационных услуг, тем самым сократив цифровое неравенство.

Подробнее останавливаясь на VSAT, следует отметить, что данная система получила своё распространение в 2005 году в США, когда попала на рынок для физических лиц, что привело к созданию одноименных сетей в Ка-диапазоне, в таких странах как Австралия, США, Канада. Главным преимуществом такой системы является низкая стоимость, в размере нескольких сотен долларов, что приводит к условному равенству стоимости переданной единицы информации, в сравнении с проводными системами передачи информации.

Емкость подобным систем рассчитана на число пользователей порядка нескольких миллионов, спутники Экспресс AM5 и AM6 были созданы с возможностью поддержки VSAT систем, после успеха за океаном, это было единственным верным решением, учитывая небольшие размеры требуемой антенны на МЗССС, диаметр которой составляет всего 1 метр

Учитывая актуальность новых VSAT станций, в рамках работ по конверсии радиочастотного спектра ЗАО «ВИСАТТЕЛ» и ФГУП НИИР были рассмотрены такие системы. Результатом стало принятие решения ГКРЧ на перспективу, которое уже сегодня гарантирует потенциальным инвесторам минимум барьеров при использовании VSAT станций Ка-диапазона. Следует отметить, что развитие VSAT Ка-диапазона не исключает применение различных технологий VSAT в Ку-диапазоне, ориентированных на крупных корпоративных заказчиков или средний бизнес. Интересно отметить, что новые массовые системы VSAT Ка-диапазона впервые начинают конкурировать с сотовыми сетями. Особенно эта конкуренция будет проявляться по мере развития сетей WiMax и LTE. Настораживает только то, что готовится новый Технический регламент «О безопасности средств связи», который вобрал в себя ряд давно устаревших норм; подготовлен проект федерального Закона «О радиочастотном спектре»; отсутствует ясность по будущим правилам оплаты за использование радиочастотного спектра. Главное, чтобы все это не привело к формированию дополнительных барьеров на пути развития новых радиотехнологий, в том числе VSAT.

Однако в след за таким скачком возникает вопрос безопасности передаваемых данных, тут приходят на помощь нижеупомянутые системы «свой-чужой».

А безопасность подобных станций находится на весьма высоком уровне, во многом благодаря тому, что наблюдаются все виды предпринимаемых действий, дабы информация не попала к злоумышленнику.

Начать стоит с шифрования данных, в базовом виде оно происходит дважды: на конечном оборудовании пользователя и на специальном оборудовании, которое установлено в ЦУС. Более того, в некоторых системах предусмотрено, что абонент может дополнительно присоединить персональный модуль, который будет отвечать за шифрование данных.

Собственно, в ЦУС на сервере безопасности находится БД ключей шифрования и сеансовых. Это первая часть, вторая часть находится в аппаратной части конечно оборудования – аппаратный ключ, который соответствует определенным данным из БД в ЦУС. Только при этих условиях оборудование будет работать в этой сети. Соответственно, за выдачу и создание таких ключей ответственна компания-производитель оборудования, также он обязан обезопасить от различных методов заполучения ключа или его изучения.

Далее сами серверы:

Во-первых, у подобной компании не может быть лишь один сервер, соответственно, есть некое межсерверное взаимодействие, для которого, как правило, используются специальные

протоколы. Это необходимо для абсолютного контроля сетевых интерфейсов, что может снизить вероятность несанкционированного доступа к оборудованию из сети до крайне низких значений.

Во-вторых – дублирование. У каждого важного сервера должен быть дублирующий, который, в случае поломки основного, может взять всю нагрузку на себя.

В-третьих, активное использование виртуальных сетей для разграничения пользователей, что почти нивелирует угрозу подключения из сети Интернет через пользователя, а также препятствует глобальному внедрению вирусного ПО.

Безопасность самого конечного оборудования, то есть спутникового пользовательского терминала. Во-первых – сетевой фильтр, именно он позволяет исключить возможность атаки на порты и сеть абонента. Во-вторых, возможность регистрации различных событий, таких как попытки взлома, возникновение ошибок и т.п., после чего эта информация передается диспетчеру ЦУС, для принятия оперативных решений или изучения журнала событий.

Также информационная безопасность повышается на этапе построения каналов передачи информации. Существует два канала: прямой и обратный. Как правило по прямому каналу наземная станция получает управляющие сигналы из ЦУС и также другую служебную информацию, по обратному каналу наземная станция передает свои данные. Итак, в случае неправильной работы одного из этих каналов, то есть наземная станция не получит сигналы по прямому каналу, то и свои данные на отдать не сможет, верно и обратное: при некорректной передаче данных с наземной станции, управляющие сигналы также приняты не будут. Вдобавок к такой системе идет достаточно сложное шифрование.

Все вышеперечисленное позволяет выполнять передачу личной, служебной и закрытой информации, вплоть до самых высоких грифов. В последнем случае используется дополнительное оборудование, о котором упоминалось ранее.

Исходя из всего перечисленного можно сделать вывод, что защищенность системы VSAT достаточно велика и в дальнейшем будет развиваться в след за развитием отрасли.

Говоря о иных преимуществах данного типа связи, в первую очередь отмечают высокий охват территории, которую может обслуживать один ИСЗ, из этого параметра и вытекает возможность проведения различных замеров и видов контроля за различной инфраструктурой.

То есть осуществление мониторинга. Мониторинг, это процесс, во время которого отслеживаются определенные показатели и индикаторы, влияющие на производительность системы, более того благодаря этому процессу можно составлять различные отчеты и собирать информацию, в зависимости от индикаторов, введенных в средства мониторинга, которые в свою очередь бывают активными и пассивными. При условии автоматизации определенного рода процессов, связанных с мониторингом, в итоге повышается производительность системы, подверженной мониторингу, в частности это касается и спутниковых систем связи, так как из-за высокой ненадежности система мониторинга может значительно повысить эффективность работы с информационными потоками, тем самым уменьшая время реакции на различные изменения в работе систем.

Благодаря всему вышеперечисленному, у ответственного персонала уменьшается количество неизвестных переменных, тем самым позволяя принять оптимальные решения в кратчайшие сроки.

С точки зрения науки, мониторинг позволяет выявлять факторы, ухудшающие работоспособность системы.

Более того, под мониторингом можно понимать не только снятие индикаторов и показателей системы, но и различные варианты сбора информации с оных, а при подключении различного рода интерфейсов, позволяет контролировать распространение каналов связи в различных сетях и контролировать потоки данных, а также проводить различную деятельность, направленную на контроль различными структурами.

Из чего вытекают основные задачи мониторинга:

- Непрерывный мониторинг исходящего трафика
- Запись трафика для специальных надзорных мероприятий.

-Предоставление аналитической информации

Поскольку современные сервера способны принимать любые виды трафика, то это позволяет организовать хранение различных данных, содержащих информацию технического плана о подключенном оборудовании и предоставлять доступ в зависимости от настроек политики безопасности сервера.

Говоря о труднодоступных местах мониторинга, можно утверждать, что сервер будет иметь достаточное техническое оснащение для прослеживания работы каналов от приемника абонента до ЦУС оператора, а также позволит интегрировать в себя различные измерительные инструменты, что откроет возможность проводить аналитику в режиме реального времени, т.к. обычно подобные системы предоставляют доступ к следующим данным:

-Карты состояний оборудования и проблем на оном.

-Основные показатели оборудования

-Просмотр хронологий или историй различных триггеров системы.

Подобная визуальная составляющая может быть достаточно красочна, и состоять из разноцветных диаграмм и схем (Например, Инити Соло), либо иметь сухие словесные сводки, даже без цветовой маркировки (Проекты на базе Citect scada), все эти инструменты служат для упрощения взаимодействия ответственного персонала и систем контроля, для увеличения вероятности принятия правильных решений в критических ситуациях.

Непосредственно предоставление подобных данных осуществляется при помощи интегрированных модулей, предназначенных для снятия показателей, в дальнейшем, при проведении настройки систем мониторинга есть возможность произвести предварительный анализ, для того, чтобы система была более наглядной, либо настроить автоматические варианты решения определенного рода неисправностей или неточностей путем установки различного оборудования по типу модулей прерывания электропитания или программных средств контроля. С увеличением длительности эксплуатации системы мониторинга увеличивается информативность графиков, показателей и т.д., при условии постоянной актуализации оборудования, стоящего на мониторинге.

А различные модули и интерфейсы позволяют настроить удаленный доступ, оповещение и некоторые другие инструменты для увеличения оперативности, т.е. снижения времени реагирования на возникающие проблемы.

Как говорилось ранее есть пассивные, а есть активные системы мониторинга, разница заключается в том, что в первом случае мониторинг осуществляется за счет различного рода предупреждений, а во втором используются специальные автоматические проверки. Во втором случае, как правило, при возникновении расхождении параметров с рекомендуемыми, это влечет за собой определенные действия – письма персоналу, звуковые оповещения операторов и т.п., при пассивном просто возникает сохраняется история, без как-либо предпринимаемых действиях, то есть такая тревога может пройти мимо внимание дежурного персонала.

Из чего вытекает небольшое разделение, заключающееся в том, что активный мониторинг выгоднее использоваться на важных узлах или устройствах, в то время как пассивный на редко используемых и важность которых значительно меньше.

Говоря об оповещении персонала при активном способе мониторинга, следует упомянуть что существует ряд оповещений: информационные и предупредительные, последние в свою очередь могут делиться по важности.

Под информационными принято понимать оповещения не влияющие на работу системы: перезапуски удаленными командами, авторизация пользователя и т.п. Предупредительные же указывают на приближение определенных параметров к критическим значениям (мало место на диске, повышенное напряжение и т.п.) и сообщения о сильных отклонениях (Пропадание электропитания, сетевой доступности и т.п.).

Исходя из этого, можно утверждать, что подобные системы являются важным звеном в обеспечение бесперебойности работы оборудования, и предоставления услуг пользователям. При правильной работе с подобными системами увеличивается общая отказоустойчивость

оборудования, повышается оперативность устранения неисправностей и уменьшается время простоя, а также позволяет провести оптимизацию затрат ресурсов, что повлечет экономию средств бюджета, в связи с отсутствием избыточных мощностей и объемов в подотчетном оборудовании, либо позволит рассчитать мощности необходимые для масштабирования данной системы.

Второй ветвью развития из главного преимущества спутниковой связи, является работа в труднодоступных местах, в частности в Арктических широтах. Однако есть множество факторов, влияющих на создание системы связи и организацию связи в Арктике:

1. Значительные водные просторы, ледовые территории и тундра. В акватории Арктики не много островов, которые находятся на больших расстояниях между собой и материковой частью.
2. Суровые климатические условия. Температура воздуха опускается до минус 55° – 60° . Близки к 0° средние температуры летних месяцев. Для Арктики характерны полярные дни и ночи.
3. Отсутствие сети транспортных дорог в тундре. Сообщения между населенными пунктами возможны водным транспортом во время короткой навигации с мая по сентябрь или авиацией.
4. В Арктической зоне часто возникают полярные сияния, так называемые «полярные шапки». Магнитные и ионосферные бури отрицательно влияют на распространение коротких радиоволн

Тропосферная и радиорелейная связь возможна как на островах, так и между ними, то есть существует возможность применения для строительства сетей связи на материковой и островной частях. Исходя из возможности технических средств, можно утверждать, что средние и длинные волны делают связь возможно в пределах 20-180 км, в зависимости от того, является оборудование радиорелейным или тропосферным, в первом случае радиус передачи будет меньше. С другой стороны, короткие и ультракороткие волны тоже могут передавать информацию в северных широтах, однако из-за особенностей обстановки, эти волны не могут использоваться на сколько-то не было большие расстояния, только малые дистанции. Иными словами, спутниковая связь является лучшим вариантом для этих широт, ввиду своего главного преимущества – глобальности. В определенных широтах есть возможность связи с геостационарных спутников, однако, чем ближе к полюсу, тем меньше вероятность приёма сигнала от геостационарного спутника, однако на этот случай существуют высокоэллиптические орбиты.

Если принять во внимание стратегическую важность освоения Арктики, а также управление и контроль на отдаленными объектами инфраструктуры, то появляется проблема сохранения безопасного доступа к спутниковым системам коммуникаций.

Различные отрасли, имеющие большую протяженность коммуникаций, такие как нефтегазовые, электрические и т.п., имеют удаленные объекты, за которыми нужно осуществлять удаленный мониторинг. И если в экваториальных широтах особой проблемы с этим нет, то в северных широтах используются низкоорбитальные спутниковые ретрансляторы в количестве до 70 штук, в зависимости от высоты, которая может составлять до 1500 км, таким аппаратом может быть, например, «Ямал», используемый нефтедобывающей компанией Газпромом.

Главным недостатком таких аппаратов является короткое окно связи, составляющие менее часа, из-за чего у подобных систем связи ярко выражена частая смена каналов, из-за чего возникает опасность перехвата сигналов управления или информации, передающейся по каналу. Самый опасный момент – первый этап связи с ретранслятором, когда устройства обмениваются служебными маркерами, служащими для установления соединения. При имитации этих сигналов сторонним лицом велик шанс потери контроля над оборудованием и дальнейших проблем с мониторингом или коммуникациями в целом, что в свою очередь грозит огромными потерями: финансовыми, информационными и репутационными.

Поэтому в спутниковое оборудование и устанавливают систему идентификации устройств, которую можно назвать системой «свой-чужой», она позволяет в режиме реального времени контролировать устанавливаемые соединения.

Говоря о безопасности, следует понимать, что некий злоумышленник может не только получить доступ к управлению, но и предпринять попытку ограничить доступ персонала к

спутниковому оборудованию, путем постановки помех, зная спецификацию используемого оборудования, злоумышленник может использовать постановку помех в определенном спектре.

Как известно, в спутниковых каналах связи часто встречаются различного рода активные помехи, с энергией рассредоточенной в ограниченной полосе частот, из-за чего появился простор для использования сигналов, полоса спектра которых очень велика, из-за чего сигналы стали называться сложные широкополосные сигналы, а преимуществом данного типа сигналов является снижение вероятности ошибки. Однако, из-за особенностей строения спутникового канала связи возникает следующая дилемма: существует ряд возможностей для создания возмущений в ионосфере, что повлечет за собой многолучевое распространение, тем самым ограничивая полосы спутникового ретранслятора. Вследствие этого возникает межсимвольная интерференция и частотно селективные замирания, возникновение которых при использовании широкополосных сигналов снижают их эффективность. Но если уменьшить полосу данного сигнала, то это поможет избежать частотно-селективных замираний, однако это также приведет к снижению эффективности широкополосных сигналов из-за потери их главной особенности. Для обеспечения максимальной достоверности, то есть низкой вероятности ошибки, находят зависимость между частотно-селективными замираниями на широкополосном сигнале и влиянии сосредоточенных по спектру помех.

А учитывая современные возможности оборудования, система может самостоятельно находить подобные неоднородности, зависимости и подстраивать параметры передающего оборудования для нивелирования негативного влияния

Также следует учитывать, что спутниковая связь находится вне нашей планеты, из-за чего возникает целый ряд различных трудностей, одной из которых являются мерцания.

Мерцания, или сцинтилляции, замирания, вызываются, как и многие другие подобные явления, за счет электронной неоднородности ионосферы, как говорилось ранее, именно это является причиной возникновения многолучевого распространения, правда ранее упоминалось стороннее воздействие, в данном случае подразумеваются естественные процессы, которые подчиняются m -распределению Накагами и могут быть очень сильными, особенно в полярных и экваториальных широтах, разница может быть весьма существенна: до десятка раз, если сравнивать со средними широтами. Иными словами, на конечном оборудовании пользователя спутниковой системы связи возникают изменения амплитуды и/или фазы. Фазовые изменения вызваны частотно-селективными замираниями, говоря простыми словами сигнал приходит в точку приема с задержкой, а амплитудные изменения вызваны снижением уровня сигнала, которое обусловлено тем, что при повышении электронной концентрации ионосферы, на её преодоление сигналом теряется больше мощности, чем при более низкой концентрации в предыдущий период времени, тем самым снижая полезную энергию сигнала.

Однако, даже в средних широтах бывают замирания, которые по своей глубине могут быть отнесены к релеевским, иными словами, настолько глубокие замирание характерны для крайних широт – то есть для экваториальных и полярных, но все же бывают и в средних широтах, пусть и реже. Из-за чего возникает необходимость мониторинга электронной концентрации ионосферы для предсказания возможных проблем со спутниковой помехозащищённостью в различных районах.

По результатам мониторинга среднеквадратического отклонения мелкомасштабных вариаций полного электронного содержания ионосферы, которые базируются на экспериментальных данных мониторинга ионосферы, и указывают на возможность образования в средних широтах областей с повышенным значением СКО мелкомасштабных вариаций электронной концентрации, которые могут вызывать глубокие мерцания принимаемых сигналов и недопустимое снижение помехоустойчивости систем спутниковой связи в течение 13 мин. Эти данные могут быть использованы для адаптации частотно-временных параметров спутниковых систем связи к изменению условий трансionoсферного распространения радиоволн с целью повышения помехоустойчивости в условиях ионосферных возмущений типа образования мелкомасштабных неоднородностей электронной концентрации.

Непосредственно для выстраивания прогнозов было предложено экспериментально установить зависимость функции передачи канала связи, зависящей от мощности принимаемого сигнала на стороне пользователя, от параметров средней электронной концентрации и замираний ею вызванной.

Для создания подобной модели необходимо использовать построение многолучевых каналов связи с замираниями из области статистической теории связи, а также радиофизические методы и уравнения.

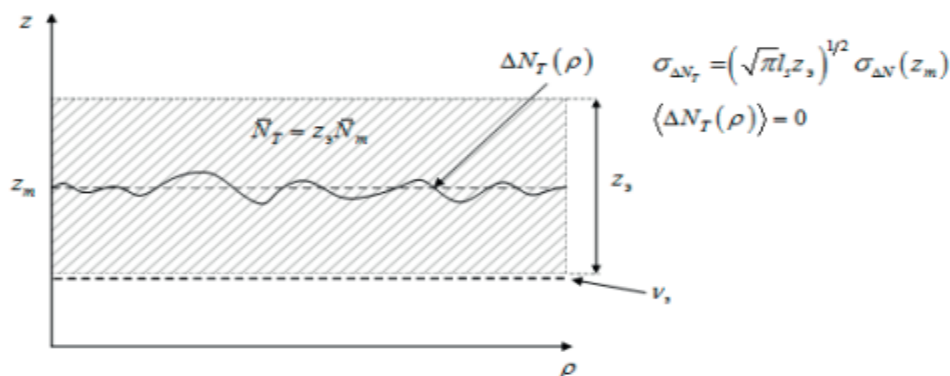


Рис. Комплексная модель ионосферы
Fig. Integrated model of the ionosphere

Комплексная модель распределения ЭК неоднородной ионосферы по высоте z и пространству $p(x,y)$ которую можно представить в виде совокупности трех слоев:

- однородного слоя с эквивалентной толщиной z расположенного на высоте $z = z_m$, максимума ионизации и характеризующегося средним значением ПЭС
- расположенного на его нижней границе тонкого слоя, где происходят только столкновения электронов с ионами и нейтральными молекулами с эффективной частотой
- тонкого слоя неоднородностей, расположенного на высоте $z = z_m$ максимума ионизации, который описывается статистическими характеристиками пространственных флуктуаций ПЭС, нулевым математическим ожиданием и постоянным СКО

Помимо проблем с ионосферой, в космосе также существует ряд действующих сил, так называемая космическая погода, среди которой можно выделить вспышки солнечного радиоизлучения, геомагнитные возмущения и другие факторы космической погоды. экстремальные факторы космической погоды могут стать причиной существенного ухудшения качества функционирования ГНСС и их функциональных дополнений. Анализ проблемы позволяет наметить следующие направления совершенствования ГНСС:

- а) улучшение точности измерений радионавигационных параметров в условиях действия экстремальных факторов космической погоды;
- б) совершенствование контроля целостности системы и доступности требуемых навигационных характеристик пользователей ГНСС.

Улучшение точности измерения радионавигационных параметров предполагает максимальное уменьшение систематической и случайной погрешностей измерения фазы или псевдозадержки в условиях действия геомагнитных возмущений, ионосферных неоднородностей и мощных солнечных радиовспышек.

В автономном режиме навигации это может быть достигнуто следующими путями:

- 1) использованием моделей или оперативнообновляемых карт для коррекции ионосферных дальномерных погрешностей;
- 2) адаптивной настройкой следящих измерителей радионавигационных параметров;

3) снижением тепловых шумов радиотракта навигационного приемника и, как следствие, уменьшением порогового отношения сигнал/шум, определяющего устойчивость сопровождения радионавигационного параметра и точность его измерений;

4) использованием кодов дальномерных измерений, обладающих лучшими кросс-корреляционными свойствами и потенциальной точностью измерений.

Мероприятия 1 и 4 обеспечивают уменьшение систематической погрешности дальномерных измерений и повышают их потенциальную точность. При этом использование моделей ионосферной дальномерной погрешности далеко не всегда достаточно эффективно даже в спокойных условиях, не говоря об условиях геомагнитных бурь. Альтернативой может быть использование локальных или глобальных/региональных карт ПЭС, обновляемых в масштабе времени, близком к реальному.

Однако не следует забывать и о другой стороне спутникового канала связи – наземной. Как и говорилось в начале, основным движущим фактором стало развитие телевидения. Что подразумевает относительно высокую плотность людей, а, следовательно, различных бытовых приборов, которые, как правило, работают в одном и том же спектре частот, из-за чего возникают так называемые сосредоточенные по спектру помехи, о них кратко упоминалось ранее, в городской черте это особо заметно из-за обилия устройств. Физика процесса заключается в том, что большое количество относительно слабых сигналов на определенной частоте перебыют по мощности информационный сигнал, который мощнее отдельно взятых, но не суммы.

Как понятно из ранее сказанного, подобного рода препятствия в канале связи, как правило, являются искусственными, то есть так или иначе созданы руками людей. Быстрые темпы развития различного оборудования, такого как медицинское, например, привело к большому сужению сводного радио пространства в местах густонаселенных.

Это и стало причиной создания таких канальных сигналов, энергия сообщения в которых будет расположена вне полосы помехи, из-за чего информационная часть сообщения будет передана в полном объеме. Такая функция называется адаптивностью спектральных свойств, а сигналы, соответственно ими обладают.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование технологии когнитивного радио, суть которого будет заключаться в поиске неоднородностей ионосферы, и как следствие обнаружение различных проблем, такие как, например, затухание, а также при наличии возможности настройки собственных передающих характеристик имеет смысл в ряде случаев:

- Мониторинг и устранение неисправностей на отдаленных объектах.
- Мониторинг и устранение неисправностей на объектах теле и радиовещания.
- Мониторинг и устранение неисправностей на спутниковых ретрансляторах в открытом космосе.

Иными словами, там, где доступ обслуживающему персоналу будет затруднителен или невозможен в принципе.

При установке оконечного оборудования на удаленных объектах следует уделить больше внимания различным влияниям ионосферы на канал связи, при космическом на так называемую космическую погоду.

Список литературы

1. Абдраимова А.С., Ларин А.А. Состояние и перспективы развития спутниковых систем связи // Инновации и инвестиции. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-sputnikovyh-sistem-svyazi>
2. Аблаймеко С.В., Саечников В.А., Спиридонов А.А. Спутниковые системы связи // Пособие для студентов факультетов радиофизики и компьютерных технологий, механико-математического и географического // URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/114395/1/Ablameiko-Saechnikov-Spiridonov.pdf>

3. Аганесов А.В., Макаренко С.И. Модель объединенной воздушно-космической сети связи с децентрализованным принципом ретрансляции информационных потоков на основе mesh-технологий // Инфокоммуникационные технологии. – 2016. – Т. 14. – №1. – С. 7-16.
4. Богуш Р.Л., Гильяно Ф.У., Непп Д.Л. Влияние частотно-селективных эффектов распространения радиоволн на автоматическое слежение за сигналом в приемниках широкополосных систем связи // ТИИЭР. 1981. – Т. 69. – № 7. – С. 21-32.
5. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. М.: Радио и связь, 1985. – 284 с.
6. Гурлев Игорь Валентинович Методы и способы обеспечения безопасности информации, передаваемой по спутниковой сети технологии VSAT // Вестник евразийской науки. 2017. №3 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sposoby-obespecheniya-bezopasnosti-informatsii-peredavaemoy-po-sputnikovoy-seti-tehnologii-vsats>
7. Демьянов В.В. Космическая погода: факторы риска для глобальных навигационных спутниковых систем / В. В. Демьянов, Ю. В. Ясюкевич // Солнечно-земная физика. – 2021. – Т. 7. – № 2. – С. 30-52. – DOI 10.12737/szf-72202104. – EDN MDYWKR.
8. Жилияков Е.Г., Белов С.П., Пашинцев В.П., Старовойт И.А., Ушаков Д.И. Реализация метода формирования сигналов с изменяющимися частотными свойствами на базе платформы pi rxie-1065 // Инфокоммуникационные технологии. – 2014. – Т. 12. – №3. – С. 62-66.
9. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение каналов. Принципы и приложения. М.: Техносфера, 2007. – 488 с.
10. Калмыков И.А., Пашинцев В.П., Калмыков М.И., Ляхов А.В. Применение помехоустойчивого протокола аутентификации космического аппарата для низкоорбитальной системы спутниковой связи // Инфокоммуникационные технологии. – 2015. – Т. 13. – №2. – С. 183-190.
11. Коротков С.Ю., Пашинцев В.П., Солчатов М.Э., Яремченко С.В. Помехоустойчивость спутниковой связи при активных помехах и ограниченной полосе когерентности канала // Инфокоммуникационные технологии. – 2013. – Т. 11. – №4. – С. 17-24.
12. Кулешов И.А., Солозобов С.А., Шевченко В.В. Проблемы радиосвязи в Арктике // Техника средств связи. – 2018. – №3 (143). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-radiosvyazi-v-arktike>
13. Маслов О.Н., Пашинцев В.П. Модели трансионосферных радиоканалов и помехоустойчивость систем космической связи. Приложение к ИКТ. – 2006. – Вып. 4. – 357 с.
14. Паршуткин А.В., Маслаков П.А. Исследование помехоустойчивости современных стандартов спутниковой связи к воздействию нестационарных помех. Труды СПИИРАН. – 2017. – 4(53). – С. 159-177.
15. Пашинцев В.П., Тишкин С.А., Солчатов М.Э. Влияние частотно-селективных замираний и межсимвольной интерференции на помехоустойчивость высокоскоростных систем космической связи // Известия ВУЗов. Радиоэлектроника. – 2001. – №9. – С. 49-60.
16. Пашинцев В.П., Шевченко В.А., Песков М.В., Полежаев А.В. Структурно-физическая модель спутникового радиоканала с учетом поглощения и сцинтилляций волны в ионосфере // Инфокоммуникационные технологии. – 2018. – Т. 16. – №4. – С. 366-379.
17. Сикарев А.А., Фалько А.И. Оптимальный прием дискретных сообщений. М.: Связь, 1978. – 328 с.
18. Фомина А. Э. Система мониторинга как основа совершенствования качества производственных процессов / А. Э. Фомина, Т. В. Карлова // Инфокоммуникационные технологии. – 2018. – Т. 16. – № 4. – С. 437-441. – DOI 10.18469/ikt.2018.16.4.11. – EDN EEAPLE.
19. Шевченко В.А., Чипига А.Ф., Пашинцев В.П., Топорков К.И. Прогнозирование помехоустойчивости спутниковой связи по результатам мониторинга индекса мерцаний ионосферы // Инфокоммуникационные технологии. – 2015. – Т. 13. – №4. – С. 365-375
20. Шубин, В. И. Многогранность развития в России VSAT / В. И. Шубин // Век качества. – 2010. – № 2. – С. 48-50. – EDN NCDOON.

References

1. Abdraimova A.S., Larin A.A. Status and development prospects of satellite communication systems // Innovations and investments. – 2016. – №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya-sputnikovyyh-sistem-svyazi>
2. Ablameiko S.V., Saechnikov V.A., Spiridonov A.A. Satellite communication systems // Handbook for students of the Faculty of Radiophysics and Computer Technology, Mechanics and Mathematics and Geographic//URL: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/114395/1/Ablameiko-Saechnikov-Spiridonov.pdf>

3. Aganesov A.V., Makarenko S.I. Model of a unified aerospace communication network with a decentralized principle of relaying information flows based on mesh-technologies // Infocommunication technologies. – 2016. – V. 14. – No. 1. – P. 7-16.
4. Bogush R.L., Guiliano F.U., Nepp D.L. Influence of frequency-selective effects of radio wave propagation on automatic signal tracking in receivers of broadband communication systems // TIIEE. – 1981. – T. 69. – No. 7. – P. 21-32.
5. Varakin L.E. Communication systems with noise-like signals. M.: Radio and communication, 1985. – 284 p.
6. Gurlev I.V. Methods and ways of ensuring the security of information transmitted over a satellite network of VSAT technology // Bulletin of the Eurasian Science. – 2017. – No. 3 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/methody-i-sposoby-obespecheniya-bezopasnosti-informatsii-peredavaemoy-po-sputnikovoy-seti-tehnologii-vsats>
7. Demyanov, V.V. Space weather: risk factors for global navigation satellite systems / V.V. Demyanov, Yu.V. Yasyukevich // Solnechno-zemnaya physics. – 2021. – T. 7. – No. 2. – P. 30-52. – DOI 10.12737/szf-72202104. – EDN MDYWKR.
8. Zhilyakov E.G., Belov S.P., Pashintsev V.P., Starovoit I.A., Ushakov D.I. Implementation of the method for generating signals with varying frequency properties based on the ni pxie-1065 platform // Infocommunication technologies. – 2014. – T. 12. – No. 3. – P. 62-66.
9. Ipatov V.P. Broadband systems and code division of channels. Principles and applications. M.: Technosfera, 2007. – 488 p.
10. Kalmykov I.A., Pashintsev V.P., Kalmykov M.I., Lyakhov A.V. Application of a noise-immune protocol for spacecraft authentication for a low-orbit satellite communication system // Infocommunication technologies. – 2015. – T. 13. – No. 2. – P. 183-190.
11. Korotkov S.Yu., Pashintsev V.P., Solchatov M.E., Yaremchenko S.V. Noise immunity of satellite communication with active interference and limited channel coherence band // Infocommunication technologies. – 2013. – T. 11. – No. 4. – P. 17-24.
12. Kuleshov I.A., Solozobov S.A. Shevchenko V.V. Problems of radio communication in the Arctic // Technique of means of communication. – 2018. – No. 3 (143). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-radiosvyazi-v-arktike>
13. Maslov O.N., Pashintsev V.P. Models of transionospheric radio channels and noise immunity of space communication systems. Application to ICT. – 2006. – Issue. 4. – 357 p.
14. Parshutkin A.V., Maslakov, P.A. Investigation of the noise immunity of modern satellite communication standards to the effects of non-stationary interference. SPIIRAS Proceedings. 2017. – 4(53). – P. 159-177.
15. Pashintsev V.P., Tishkin S.A., Solchatov M.E. Influence of frequency-selective fading and intersymbol interference on the noise immunity of high-speed space communication systems. Izvestiya VUZov. Radioelectronics. – 2001. – No. 9. – P. 49-60.
16. Pashintsev V.P., Shevchenko V.A., Peskov M.V., Polezhaev A.V. Structural-physical model of a satellite radio channel taking into account wave absorption and scintillations in the ionosphere // Infocommunication technologies. – 2018. – V. 16. – No. 4. – P. 366-379.
17. Sikarev A.A., Falko A.I. Optimal reception of discrete messages. M.: Communication, 1978. – 328 p.
18. Fomina A.E. Monitoring system as a basis for improving the quality of production processes / A.E. Fomina, T. V. Karlova // Infocommunication technologies. – 2018. – T. 16. – No. 4. – P. 437-441. – DOI 10.18469/ikt.2018.16.4.11. – EDN EEAPPLE.
19. Shevchenko V.A., Chipiga A.F., Pashintsev V.P., Toporkov K.I. Forecasting the noise immunity of satellite communications based on the results of monitoring the scintillation index of the ionosphere // Infocommunication technologies. – 2015. – T. 13. – No. 4. – P. 365-375
20. Shubin, V.I. The versatility of development in Russia VSAT / V.I. Shubin // Century of quality. – 2010. – No. 2. – P 48-50. – EDN NCDOON.

Калинин Владимир Сергеевич, аспирант 1-го года обучения направления подготовки «Теоретические основы информатики»

Белов Сергей Павлович, доктор технических наук., профессор, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий

Kalinin Vladimir Sergeevich, 1st year post-graduate student of the "Theoretical Foundations of Informatics"

Belov Sergey Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies

УДК 004.056

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-2

Маслова М.А.
Кузьминых Е.С.

**ПРОБЛЕМЫ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ
ОТ РИСКОВ И УГРОЗ**

Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, д. 33, г. Севастополь, 299053, Россия

e-mail: mashechka-81@mail.ru, egor2014ru@mail.ru

Аннотация

Всё больше людей начинают пользоваться облачными сервисами для хранения, редактирования и передачи данных через интернет, ведь это очень удобно, не слишком дорого и не требует большой ресурсоёмкости. Помимо этого, с развитием удалённой работы почти все компании пользуются облачными сервисами, некоторые платят за услуги сервисов, иные создают свои собственные. На таких серверах порой хранятся очень важные данные, потеря которых привела бы в катастрофе и огромным финансовым потерям компаний. Поэтому необходимо не забывать о безопасности и необходимости защищать информацию качественно и непрерывно. В связи с мировыми переменами, в этом году популярность на облачные ИБ-сервисы очень выросла из-за резкого количества атак на различные российские информационные системы и ресурсы различных отраслей и поэтому стали все больше внимания и финансов уделять данному направлению и его защите в целом. В данной статье рассмотрим облачные сервисы, возможные риски, имеющиеся пути решения угроз, а также возможное развитие в данном направлении.

Ключевые слова: облако; облачные сервисы; облачные площадки; безопасность; безопасность облачных сервисов; информационная безопасность; безопасность облака; типы облачных сервисов; угрозы облачных сервисов; рынок облачных сервисов

Для цитирования: Маслова М.А., Кузьминых Е.С. Проблемы облачных сервисов и методы защиты от рисков и угроз // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №3, 2022. – С. 14-22. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-2

Maslova M.A.
Kuzminykh E.S.

**PROBLEMS OF CLOUD SERVICES AND METHODS
OF PROTECTION AGAINST RISKS AND THREATS**

Sevastopol state University, 33 Universitetskaya St., Sevastopol, 299053, Russia

e-mail: mashechka-81@mail.ru, egor2014ru@mail.ru

Abstract

More and more people are starting to use cloud services for storing, editing and transferring data via the Internet, because it is very convenient, not too expensive and does not require large resource intensity. In addition, with the development of remote work, almost all companies use cloud services, some pay for services, others create their own. Such servers sometimes store very important data, the loss of which would lead to disaster and huge financial losses for companies. Therefore, it is necessary not to forget about security and the need to protect information efficiently and continuously. In connection with world changes, this year the popularity of cloud information security services has grown very much due to the sharp number of attacks on various Russian information systems and resources of various industries, and therefore more and more attention and finances have been paid to this area and its protection in general. In this article, we will consider cloud services, possible risks, available ways to solve threats, as well as possible development in this direction.

Keywords: cloud; cloud services; cloud sites; security; cloud services security; information security; cloud security; types of cloud services; cloud service threats; cloud services market

For citation: Maslova M.A., Kuzminykh E.S. Problems of cloud services and methods of protection against risks and threats // Research result. Information technologies. – Т.7, №3, 2022. – P. 14-22. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-2

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит ускоренная информатизация населения, но мало кто может похвастаться тем, что он разбирается в компьютере хотя бы на половину и может защитить данные, хранящиеся в нем на 100%. Если рассматривать обычных пользователей, то в процессе обмена информацией еще недавно были риски - «принести» вирусы на дисках, флешках и др. носителях, которыми пользовались для обмена информацией. В данный момент же информацию в основном хранят на компьютере и для ее обмена используют интернет или облачные хранилища. Всё это необходимо грамотно защищать, иначе информацию могут украсть, удалить или повредить.

Что касается предприятий или больших компаний, особенно если они относятся к государственным сервисам, КИИ, имеют корпоративную тайну, интернет вещам, то обязательно необходимо выстроить слаженную и четко взаимодействующую защищенную сеть и заранее просчитать, и предусмотреть все возможные риски, связанные с постоянным обменом информацией и пути их решения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В нашем компьютере находится жёсткий диск (HHD), или же твердотельный накопитель (SSD), которые хранят данные пользователя в себе. Облачные сервисы включают в себя множество таких мощных компьютеров-серверов, которые за дополнительную плату позволяют использовать свои ресурсы другим пользователям и хранить там свои данные, которые грамотно зашифрованы и защищены. Помимо хранения данных, с ними можно взаимодействовать, редактировать, делиться и так далее, образно говоря, облачный сервис, это определенная онлайн-программа, позволяющая удалённо работать с данными.

Так чем же пользоваться, чтоб сохранить данные в целостности и каких правил необходимо придерживаться для безопасной работы и передачи информации? У каждого сервиса свои плюсы, так же они делятся на разные типы предоставления услуг, некоторые предоставляют только виртуальную папку, иные же предоставляют возможность собрать свой виртуальный компьютер, или же выделяют целый сервер с большими возможностями работы. Но всегда остается вопрос в конфиденциальности и сохранности информации, что не всегда предоставляется всеми сервисами.

Облачные вычисления почти 20 лет применяют в коммерческих целях и почти 95% компаний утверждают, что у них есть облачная стратегия. Хранение информации на «облаке» набирает все большего размаха, т.к. это очень удобно и мобильно.

Помимо обычных пользователей не стоит забывать про компании, предприятия в любой из которых сотрудники делятся между собой информацией, будь то конфиденциальная, или же обычная, но помимо этого её необходимо где-то хранить. Для таких случаев существуют облачные сервисы, для обычных пользователей возможно использование обычных известных сервисов, Яндекс.Диск, Dropbox, Google Диск и так далее. Крупные компании же создают свои внутренние облачные сервера и хранят там свои данные, ведь лучше защищать самому свою «тайную комнату», чем надеяться на надёжную защиту неизвестно кого.

Рост рисков, связанных непосредственно с киберугрозами и касающиеся предприятий, компаний, интернет вещей - все больше набирает обороты и становится предметом наживы. Все больше стало распространено использование облачных хранилищ и обмена информацией с их помощью, но на защиту данных сервисов не всегда хотят тратить дополнительно и поэтому все больше утекает логинов, паролей, личной и корпоративной информации, а вслед за этим идут большие финансовые потери, ущербы и репутационные риски для компаний. Но это не останавливает компании и пользователей хранить данные на «облаке», а наоборот, рост объёма рынка облачных услуг продолжает расти (рис. 1).



Рис. 1. Объём рынка облачных услуг в РФ 2017-2023, млрд.руб.

Fig. 1. Volume of the market of cloud services in the Russian Federation 2017-2023, billion rubles

Облачные сервисы делятся на следующие типы: публичные, частные и гибридные [1].

Публичные облака распространены в использовании, т.к. их применяют для работы в компаниях, в которых закупают нужные мощности у провайдеров и сдают их в аренду.

Частные же облака принадлежат одной компании и работа происходит на ее оборудовании, которыми пользуются сотрудники. Такую информацию легко контролировать и защищать; не надо оборудование обслуживать и администрировать его, что очень удобно и финансово выгодно.

Гибридные облака они содержат как публичные, так и частные облака или содержатся на физических носителях.

Основным направлением развития корпоративных IT-инфраструктур является гибридное облако, так как оно является оптимальным решением для бизнеса и составляет 80% спроса. Так же компании выбирают пути размещения критичных IT-систем следующим образом (см. рис. 2), приватное облако предназначено для внутренних ресурсов и различных процессов компании, а частное находится на арендованном или собственном оборудовании компании [2].

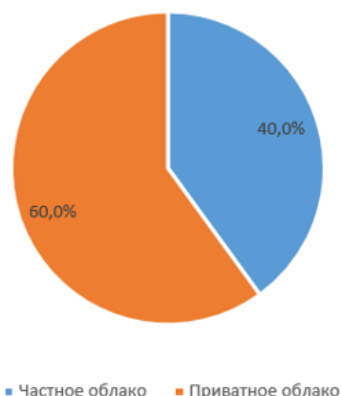


Рис. 2. Размещение критичных IT-систем компаний

Fig. 2. Placement of critical IT systems of companies

Так же облачные сервисы делят на виды услуг: Infrastructure as a Service (IaaS); Platform as a Service (PaaS); Software as a Service (SaaS) [2].

В большинстве случаев используется SaaS, так как IaaS и PaaS используется людьми, которые разбираются в этом, а именно, системные администраторы и разработчики, а SaaS больше подходит для обычных пользователей, или штатных сотрудников компаний [9].

Плюсы использования данных сервисов: удобность, практичность, удалённый доступ, постоянные улучшения, хорошая защита, дешевизна. Благодаря удобству и плюсам использования компании готовы инвестировать в защищенные облака.

В настоящее время происходит импортозамещение, поэтому уже мало кто пользуется услугами иностранных сервисов, особенно учитывая то, что цены на их услуги растут во много раз больше, чем на отечественные. А те, кто хотят быть уверены в защищенности своих данных, доверяют только отечественному производителю (табл. 1).

Таблица 1

Общемировые расходы и рост облачных сервисов

Table 1

Global Spending and Cloud Growth

Сервис	Расходы в 2020 г., \$млн	Расходы в 2021 г., \$млн	Рост 2020/2021, %	Расходы в 2022 г., \$млн	Рост 2021/2022, %	Расходы в 2023 г., \$млн	Рост 2022/2023, %
ПО как сервис (SaaS)	120686	152184	26,1%	176622	16,1%	208080	17,8%
Инфраструктура как сервис (IaaS)	64286	91642	42,6%	119717	30,6%	156276	30,5%
Платформа как сервис (PaaS)	58917	86943	47,6%	109623	26,1%	136404	24,4%
Бизнес-процессы как сервис (BPaaS)	46066	51410	11,6%	55598	8,1%	60619	9,0%
Услуги по управлению облаком и обеспечению безопасности	22664	26665	17,7%	30471	14,3%	35218	15,6%
Рабочий стол как сервис (DaaS)	1235	2072	67,8%	2,623	26,6%	3244	23,7%
Итого:	313853	410916	30,9%	494654	20,4%	599841	21,3%

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Углубимся в структуру облачных сервисов, чтобы разобраться в их проблемах и рисках. Рассмотрим плюсы и минусы 3-х видов услуг облачных сервисов (табл.2), которые рассмотрены в [3, 10].

Таблица 2

Преимущества и недостатки облачных сервисов

Table 2

Advantages and disadvantages of cloud services

Видов услуг облачных сервисов	Преимущества	Недостатки
SaaS — ПО как услуга	– технический спектр полностью скрыт и пользователь ничего не узнает, обновления происходят сами, пользователь видит готовый продукт; – легкодоступность, заказал и пользуешься.	– не всё может быть доступно по техническим причинам; – отсутствие возможности редактировать глобальные настройки; – ограниченные возможности по редактированию своих файлов; – всё зависит от поставщика, качество и эффективность; – стоимость бывает дороже остальных вариантов.
PaaS — платформа как услуга	– можно собрать любой виртуальный компьютер и пользоваться как желаешь; – оплата по факту, сколько ресурсов затратил, за то и платишь; – возможно подключить дополнительные услуги от Microsoft, Google и т.д.; – поставщики услуг имеют огромные территориальные распределения, что даёт очень быстро функционировать.	– для функционирования нужно разобраться в самом компьютере, чтобы собрать виртуальную машину; – очень дорогая базовая стоимость; – на каждой платформе свои ограничения, бывают довольно серьёзные.
IaaS — инфраструктура как услуга	– при покупке сервера его всегда можно обновлять и дополнять за небольшую плату; – низкие цены, большие возможности; – лёгкая настройка и возможность в любое время регулировать производительность; – полная свобода действий.	– необходим специалист для настройки; – часто имеется специальная привязка к характеристикам из-за чего теряется гибкость.

Рассмотрим облачные сервисы и выясним их проблемы и угрозы безопасности, которые подробно рассмотрены в статье [4, 8].

Основные проблемы:

- машины довольно динамичны, создать, перезапустить, переместить можно за короткое время, однако такая динамичность вредит разработке целостности и со временем появляются уязвимости;
- уязвимости находятся в виртуальной среде;
- даже при выключенном состоянии машина подвержена заражению;
- во время использования облачных вычислений сеть по периметру «размывается» и тогда общий уровень защищённости влияет на защиту менее защищённой части сети;

Так же огромную роль играют всевозможные атаки на программное обеспечение, на конкретные элементы облака, на клиента, на гипервизор, на систему управления. В - первом случае их можно избежать благодаря установке: межсетевых экранов, firewall, антивирусов и т.д. Во - втором же случае если это веб-сервер, тогда необходимо установить контроль целостности страниц, для прокси-сервера - защита от DoS-атак, для системы хранения данных – установка

разграничения доступа и бэкапы, для СУБД - установка защиты от SQL-инъекций, а для сервера приложений – экран уровня приложений. В – третьем, происходят угрозы в виде утечки паролей, перехват веб-сессий за счет уязвимостей при подключении через браузер. В – четвертых – атаки на гипервизор возможны за счет разделения ресурсов между виртуальными машинами, которые начнут видеть файлы другой машины. Для устранения необходимо использовать: политики сложности и изменения устаревших паролей, внедрение постоянного применения встроенных брандмауэров хоста виртуализации, применения специальных продуктов для виртуальных сред и использование интеграции хост-серверов со службой каталога Active Directory. В – пятых это атаки на системы управления так называемых машин «невидимок», с помощью которых можно блокировать одни и подставлять др. виртуальные машины.

Применяются следующие способы защиты этих данных на облачных сервисах – это в первую очередь аутентификация с хорошей защитой сложным паролем; возможность использования личной виртуальной сети и машины; применение шифрования данных и передача данных с помощью шифрования с использованием аутентификации [5].

На (рис. 3) предоставлено графическое изображение того, что же необходимо улучшить в сфере облачных сервисов. Больше всего конечно же людей интересует безопасность, ведь самое важное, это сохранность данных. На втором же месте управление, необходима возможность управлять своими файлами и средой хранения файлов. Остальные же 2 пункта уже не так важны, но всё равно желательны в обновлении [6].

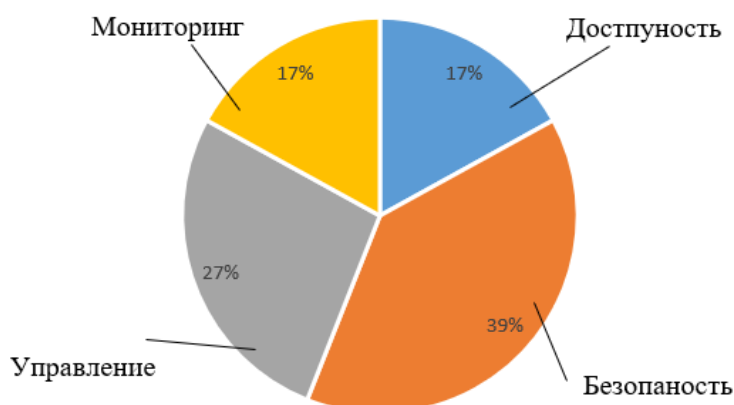


Рис. 3. Облачные вычисления: что необходимо улучшить

Fig. 3. Cloud computing: what needs to be improved

Так же существуют следующие риски, например:

- человеческий фактор, неосторожный или умышленный «слив» информации в сети, неправильные настройки доступа и т.д.,
- действия злоумышленников извне, такие как фишинговые, DDoS-атаки,
- использование несовместимых устаревших систем и сбои сторонних услуг хранения данных,
- онлайн-доступ и другие услуги хранения данных, например, во время сбоев электроэнергии или интернета,
- сети, через которые злоумышленники проникают в незащищенные учетные записи пользователей;
- отсутствие периметра для облака, так как обычно киберзащита обеспечивает безопасность периметра, а облачные среды непосредственно связаны и, следовательно, небезопасны интерфейсы программирования приложений и как следствие утечка и кража учетных записей пользователей [4];

– отказ от работы, запрет на использование, невозможность оплаты или реорганизации зарубежных облачных сервисов на российском рынке из-за санкций, введенных в 2022 г. [7];

Необходимо организовать качественную, защищенную и стабильную работу устройств и сети, в которой обрабатывается и передается вся информация, циркулирующая в сети предприятия и передающая извне. Для этого применяют: конкретные спец. средства для обеспечения локальной и сетевой защиты с большим диапазоном проверки, а также использование средств контроля трафика протоколов и систем, соответствующим тем, которые используются в данный момент; что касается например интернета вещей, то для определенного выделенного программного обеспечения его необходимо устанавливать на само устройство для контроля всех коммуникаций и работой с внешними системами, защитой этих устройств от воздействия внешних угроз. Также важно помнить об обязательной защите от различных угроз и утечек данных при взаимодействии с провайдерами облачных услуг. Тут важна защита коммуникаций инфраструктуры, реализуемая между провайдером и клиентом. Необходимо обращать внимание какие меры и сервисы предлагает вам провайдер облачных услуг, на сколько высокий уровень защиты они имеют и для чего используются, так как защита для обычного пользователя, использования интернета вещей, предприятий или КИИ значительно должна различаться [2].

Существуют определенные основные принципы для защиты систем от утечек, краж и появления рисков, которые обязательно необходимо придерживаться:

- во-первых – это постоянная защита от неправомерного доступа;
- во-вторых, один из главных факторов, чтобы стоимость защиты не превышала доходности компании;
- в-третьих – надежность, т.е. на всех этапах защиты информации она должна быть надежной;
- в-четвертых – многоступенчатость. Для хорошей защиты необходимо построить многоступенчатую систему защиты, т.е. начальная защита защищает менее важную информацию и самая глубокая – самую важную соответственно;
- в-пятых, система защиты должна быть комплексной. В данной системе необходимо предусмотреть различные возможные меры защиты от уязвимостей, краж и нанесения ущерба предприятий как внутри ее, так и извне, проанализировав, и защитив все возможные каналы утечек и возможных краж непосредственно для данной области ее применения и важно, чтобы одна защита перекрывала другую.

Так же необходимо помнить о DDoS-атаках используя внешние утилиты, блокируя, например, в определенный момент доступ во время подозрительных одновременных и превышающих трафик запросов и т.д. Но помимо действий определения, блокировки, защиты необходимо обязательно позаботиться о резервном, постоянном и своевременном копировании информации на какие-либо носители или на «облако» и установить постоянно дублирование информации. Данные действия должны выполняться обязательно для важной информации регулярно или с определенным промежутком времени [5].

Важным этапом для каждого предприятия является заранее предусмотренные и разработанные действия если все же не удалось своевременно предупредить какие-либо атаки, вмешательства. Т.е. необходимо разработать быстрый и четкий план действий по ликвидации последствий вмешательства или блокировки при подозрительных действиях. И помнить, что все данные, что размещены в IT-инфраструктуре не должны выйти за ее пределы.

Ни одна система не может дать 100% гарантию защиты, поэтому чтобы защитить хранящиеся данные в облаке и снизить риски до минимума, необходимо придерживаться основных правил:

- определить конфиденциальные данные и установить для них соответствующую защиту;
- разработать политику контроля доступа и только после этого давать права на пользование, редактирование, перемещение и копирование данных в облако и с него;

- внедрение современного криптографического решения компании до загрузки на облако с собственными ключами;
- постоянный мониторинг по устранению внутренних угроз облачной безопасности,
- контролировать использование облачных сервисов работниками компании и установить конкретные для работы в компании;
- запретить пользование личными устройствами для перемещения данных на облачные решения и постоянно выполнять проверку безопасности при скачивании;
- установить список безопасных сервисов, браузеров и облачных приложений для работы в компании, а также разрешенные данные для размещения на облаке,
- проводить постоянное обновление браузеров, ПО;
- установить автоматическое обновление политики веб-доступа, благодаря информации о профиле риска разных сервисов, с блокировкой и предупреждением сотрудника о запрете использования данного облака,
- установка защиты от некомпетентных сотрудников и злоумышленников,
- установка двухфакторной аутентификации для облачного доступа к документам с высоким риском потери и искажения,
- установка дополнительных мер аутентификации при входе в облако с нового устройства,
- выбрать такие облачные хранилища, которые соответствуют хорошей защите данных и имеют соответствие нормативным законам и актам государства и выполнения всех стандартов и правил, которые должны быть выполнены в применяемой отрасли,
- разработать четкий и комплексный план управления авторизацией и идентификацией в облачных сервисах,
- выбирать только надежные облачные услуги, поставщики которых соблюдают стандарты, политики и имеют сертификаты (самые распространённые сертификаты это ISO 27001 и SAS 70 Type II),
- перед заключением договоров ознакомиться с существующими защитными мерами, просмотреть статистику утечек и слабых сторон в данной системе безопасности.
- придерживаться правила, что все, что данные хранящиеся в IT-инфраструктуре компании не должны передаваться за ее пределы.

Правила и меры по обеспечению ИБ в компании необходимо постоянно разрабатываться, обновляться, реализовываться непрерывно и комплексно, и только тогда это снизить до минимума потерю и повреждение данных компании и не придется потом тратить деньги на борьбу с последствиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Облачные сервисы становятся всё популярнее и обществу необходимо где-то хранить данные с быстрым ее обменом. Это стало еще актуальнее при внедрении удалённой работы предприятий.

Всегда в любой системе или услуге есть как плюсы, так и минусы, необходимо сделать правильный выбор облачных сервисов, работы и защиты их. Необходимо обращать внимание и сравнивать не только денежные затраты, но и многие другие пункты, такие как: удобность, актуальность, возможность настройки большинства факторов, существующие уязвимости, угрозы, риски и главное предоставляемую защищенность. Для организации грамотной работы необходимо придерживаться перечисленных основных правил организации защиты и наличие грамотных сотрудников в области IT-инфраструктуры и информационной безопасности.

Список литературы

1. Как вести бизнес через облачные сервисы. URL: <https://secrets.tinkoff.ru/razvitie/oblachnye-servisy/>
2. Нестеренко В.Р., Маслова М.А. Современные вызовы и угрозы информационной безопасности публичных облачных решений и способы работы с ними // Научный результат. Информационные технологии. – Т.6, №1, 2021. – С. 48-54. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-1-0-6, URL: <http://rrinformation.ru/journal/annotation/2375/>.
3. Обзор IT-рынка облачных решений для бизнеса. URL: <https://habr.com/ru/post/417193/>
4. Угрозы облачных вычислений и методы их защиты. URL: <https://habr.com/ru/post/183168/>
5. Миронова, А.О., Применение методики оценки угроз безопасности информации / А.О. Миронова, Ю.Ю. Гончаренко, А.С. Гоголь, А.Н. Фролова // Энергетические установки и технологии. – 2021. – Т. 7. № 4. – С. 71-75.
6. Облачные сервисы. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.09ae7991-62ebba87-8aa16fe0-74722d776562/https/corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/data-analysis/cloud-services/
7. Ожиганова, М.И. Методы и средства проведения анализа угроз локальной вычислительной сети предприятия / М.И. Ожиганова, А.О. Шейко, Е.М. Исакова, А.О. Миронова // в сборнике: цифровая трансформация науки и образования. Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. 2021. С. 264-270.
8. Простыми словами: Разбираемся с «облачными» услугами. URL: <https://habr.com/ru/company/1cloud/blog/280376/>
9. Облачные сервисы (рынок России). URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Облачные_сервисы_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Облачные_сервисы_(рынок_России))
10. Облачные сервисы 2022. URL: https://www.cnews.ru/reviews/oblachnye_servisy_2022/articles/spros_na_iaas_i_saas_ustojchivo_rastet

References

1. How to do business through cloud services. URL: <https://secrets.tinkoff.ru/razvitie/oblachnye-servisy/>
2. Nesterenko R.V., Maslova M.A. Modern challenges and threats information security public cloud making and methods of work with them // Research result. Information technologies. – Т.6, №1, 2021. – P. 48-54. DOI: 10.18413/2518-1092-2021-6-1-0-6, URL: <http://rrinformation.ru/en/journal/annotation/2375/>.
3. Overview of the IT market of cloud solutions for business. URL: <https://habr.com/ru/post/417193/>
4. Threats of cloud computing and methods of their protection. URL: <https://habr.com/en/post/183168/>
5. Mironova A.O., Goncharenko Y.Y., Gogol A.S., Frolova A.N. Application of the methodology for assessing threats to information security // Power plants and technologies. - 2021. - V. 7. No. 4. - P. 71-75.
6. Cloud services. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.09ae7991-62ebba87-8aa16fe0-74722d776562/https/corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/data-analysis/cloud-services/
7. Ozhiganova, M.I. Methods and tools for analyzing threats to a local computer network of an enterprise / M.I. Ozhiganova, A.O. Sheiko, E.M. Isakova, A.O. Mironova // in the collection: digital transformation of science and education. Collection of scientific papers of the II International Scientific and Practical Conference. 2021. P. 264-270.
8. In simple words: Dealing with "cloud" services. URL: <https://habr.com/ru/company/1cloud/blog/280376/>
9. Cloud services (market of Russia). URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Article:Cloud_services_\(market_of_Russia\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Article:Cloud_services_(market_of_Russia))
10. Cloud services 2022. URL: https://www.cnews.ru/reviews/oblachnye_servisy_2022/articles/spros_na_iaas_i_saas_ustojchivo_rastet

Маслова Мария Александровна, старший преподаватель кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Кузьминых Егор Сергеевич, студент третьего курса кафедры Информационная безопасность Института радиоэлектроники и информационной безопасности

Maslova Maria Alexandrovna, Senior Lecturer of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

Kuzminykh Yegor Sergeevich, Third-year Student of the Department Information security, Institute of Radioelectronics and Information security

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
AUTOMATION AND CONTROL**

УДК 004.4

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-3

**Терентьев В.С.^{1,2}
Абрамова О.Ф.²****АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ МОНИТОРИНГА
И КОНТРОЛЯ ПРОДУКЦИИ ТРУБНОГО ЗАВОДА**¹⁾ Волжский трубный завод, проспект Metallurgov, д. 6, г. Волжский, Волгоградская область, 404119, Россия²⁾ Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет", ул. Энгельса, д. 42а, г. Волжский, Волгоградская область, 404121, Россия*e-mail: anabiozik@yandex.ru, oxabra@yandex.ru***Аннотация**

В статье выявлены и описаны основные проблемы в области контроля качества выпускаемой продукции: проблема своевременной передачи данных, проблема недостатка бумажных журналов записи параметров продукции, проблема хранения информации о выпускаемой продукции. Предложены пути решения проблем с помощью создания программной системы. Спроектирована диаграмма вариантов использования системы на основании рассмотренных проблем. Описание функция оператора и критерии поиска и ввода данных рассмотрены более подробно. Предоставлены эскизы визуального интерфейса системы. Описана архитектура программной системы - используется клиент-серверная архитектура и паттерн проектирования MVC. Поскольку система состоит из модулей, представлена компонентная диаграмма архитектуры, определен список внутренних и внешних модулей, описаны внешние модули. Определена модель базы данных системы, определены хранимые данные.

Ключевые слова: мониторинг производительности; контроль продукции**Для цитирования:** Терентьев В.С., Абрамова О.Ф. Автоматизация процессов мониторинга и контроля продукции трубного завода // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №3, 2022. – С. 23-33. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-3**Terentyev V.S.^{1,2}
Abramova O.F.²****AUTOMATION OF THE PROCESSES OF MONITORING
AND CONTROL OF PIPE PLANT PRODUCTS**¹⁾ Volzhsky Pipe Plant, Prospect Metallurgov, 6, Volzhsky, Volgograd region, 404119, Russia²⁾ Volga Polytechnic Institute (branch) Volgograd State Technical University, 42a Engelsa St., Volzhsky, Volgograd region, 404121, Russia*e-mail: anabiozik@yandex.ru, oxabra@yandex.ru***Abstract**

The article identifies and describes the main problems in the field of quality control of manufactured products: the problem of timely data transmission, the problem of lack of paper logs recording product parameters, the problem of storing information about manufactured products. The ways of solving problems by creating a software system are proposed. A diagram of the system's use cases is designed based on the problems considered. Description The operator function and the search and data entry criteria are discussed in more detail. Sketches of the visual interface of the system are provided. The architecture of the software system is described - the client-server architecture and the MVC design pattern are used. Since the system consists of modules, a component diagram of the architecture is presented, a list of internal and external modules is defined, and external modules are described. The system database model is defined, the stored data is defined.

Keywords: performance monitoring; product control

For citation: Terentyev V.S., Abramova O.F. Automation of the processes of monitoring and control of pipe plant products // Research result. Information technologies – Т.7, №3, 2022. – Р. 23-33. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-3

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в приоритете развития промышленного производства, как в крупных предприятиях, так и в небольших компаниях, выступает автоматизация бизнес-процессов, направленная на оптимизацию и упрощение всего производственного процесса. Данные разработки могут помочь предприятиям уйти от проблем больших временных затрат на реализацию повторяющихся однотипных процессов квалифицированным персоналом предприятия, что позитивно скажется на результативности работы предприятия, а также на финансовой успешности компании.

Волжский трубный завод считается одним из крупнейших металлургических заводов России. Он специализируется на множественных процессах изготовления заготовок и стальных труб для нефтегазовой, химической, нефтехимической и автомобильных отраслей, в связи с этим завод имеет на своей территории большое количество производственных цехов. Одним из важных и неотъемлемых процессов на данном предприятии является контроль, сбор данных и хранение информации о каждом произведенном изделии. Предлагаемая система направлена на улучшение контроля и сбора данных. Она предполагает сбор информации о специфических данных каждого производственного участка, а также указывает на признаки годности, позволяющие быстро отслеживать и принимать дальнейшие решения при выявлении дефектности продукции.

На многих предприятиях данная функция выполняется вручную инженерным персоналом, которому необходимо собирать данные об изделиях с производственных участков, и далее необходимо передавать эту информацию на другие участки, а также заносить ее в общую базу для хранения. Весь этот процесс отнимает очень много времени и достаточно трудозатратен. Особенно при необходимости передачи данных на другие производственные участки, где огромную роль играет человеческий фактор, а человеку свойственно ошибаться, поэтому риск передачи ошибочных данных очень велик.

Линия по производству труб является сложно-организационным процессом, состоящим из различных производственных этапов, включающих в себя изготовление, измерение и контроль изделий. И задействует при этом большое количество производственных структур со своим персоналом. Работникам приходится постоянно контактировать и передавать данные о каждой изготавливаемой трубе на каждом этапе производства.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для выявления всех проблемных участков бизнес-процессов мониторинга и контроля производственной продукции выполним моделирование интересующего нас этапа производства. Начать хотелось бы с организационно-кадровой модели предприятия (рис. 1).

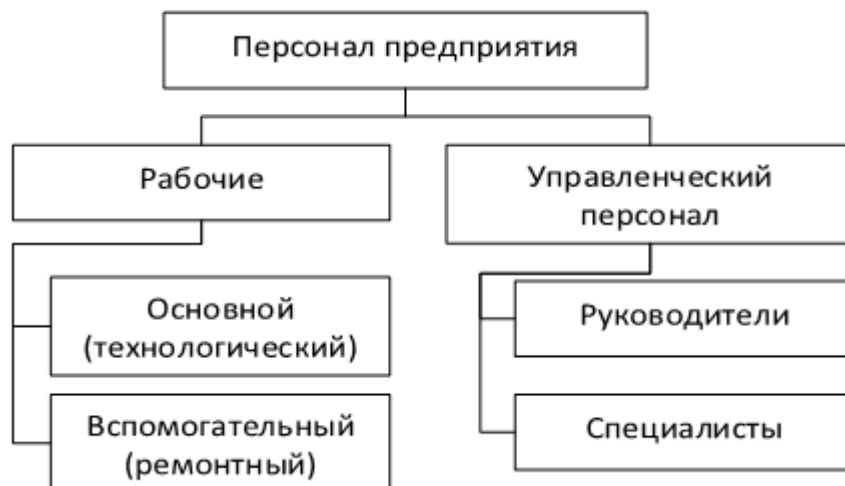


Рис. 1. Организационно-кадровая модель предприятия
Fig. 1. Organizational and personnel model of the enterprise

Как видно на рисунке, на предприятии представлены две основные категории работников – это рабочие и управленческий персонал. В обязанность рабочего входит работа на производственном оборудовании, а в обязанность управленческого персонала контроль.

Можно выделить два основных бизнес-процесса (рис. 2), реализуемых на предприятии, которые представляют интерес для последующей автоматизации. Изготовление выпускаемой продукции включает в себя все производственные участки.

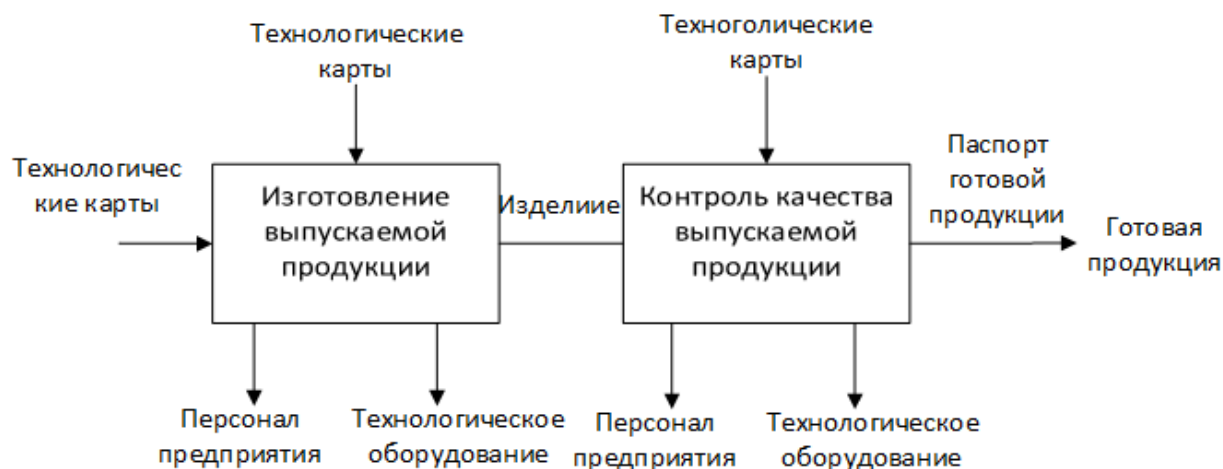


Рис. 2. Модель бизнес-процессов предприятия
Fig. 2. Business process model of the enterprise

Для выявления проблем исследуемых бизнес-процессов выполним декомпозицию (рис. 3), на которой представим основные деятельности в рамках одного производственного участка.

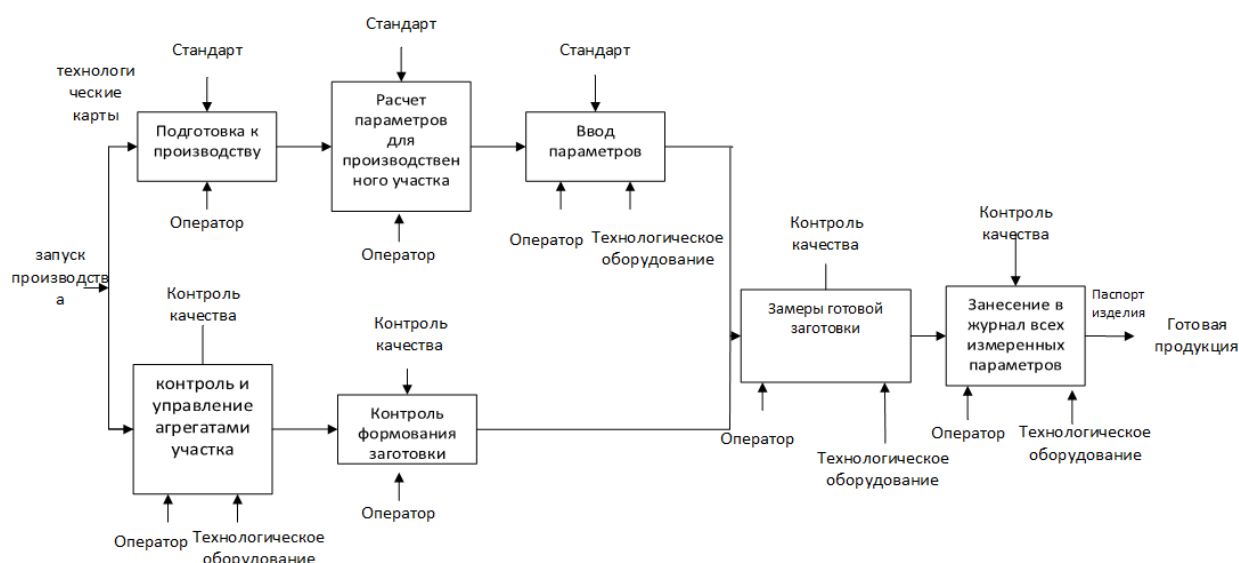


Рис. 3. Модель процессов производственного участка
Fig. 3. Process model of the production site

На оператора ложатся все основные процессы подготовки производства, так и сам процесс изготовления продукции. В начале, по полученным технологическим картам, оператор рассчитывает параметры и заносит их технологическую программу и, по необходимости, корректирует их в пределах допустимых значений. После запуска производства оператор непосредственно влияет и контролирует рабочие шаги использования оборудования. После завершения изготовления одного изделия замеряет специфические параметры для своего производственного участка и заносит их в специальный учетный журнал. И так как информация находится только на этом участке, при необходимости передать ее на другой участок, для корректировки по не стандартному изделию, нужно передать ее через инженерный персонал, позвонить или передать лично, что тратьет временной ресурс работника.

Для упрощения процесса занесения измеряемых данных изделия предлагается разработать автоматизированную систему контроля и хранения информации о каждом изготовленном изделии, установленную на каждом производственном участке. Она позволит персоналу всех производственных участков независимо вносить данные в систему и просматривать их в совокупности. Это приведет к ускорению передачи информации между производственными участками. Единая база данных позволит хранить и просматривать данные в любой момент времени, что уменьшит влияние человеческого фактора на процессы, сократит временные и трудозатраты по мониторингу и контролю выпускаемой продукции.

Для решения выявленных проблем предлагается реализация программно-информационной системы, образ которой представлен в нотации UML на рисунке 4.

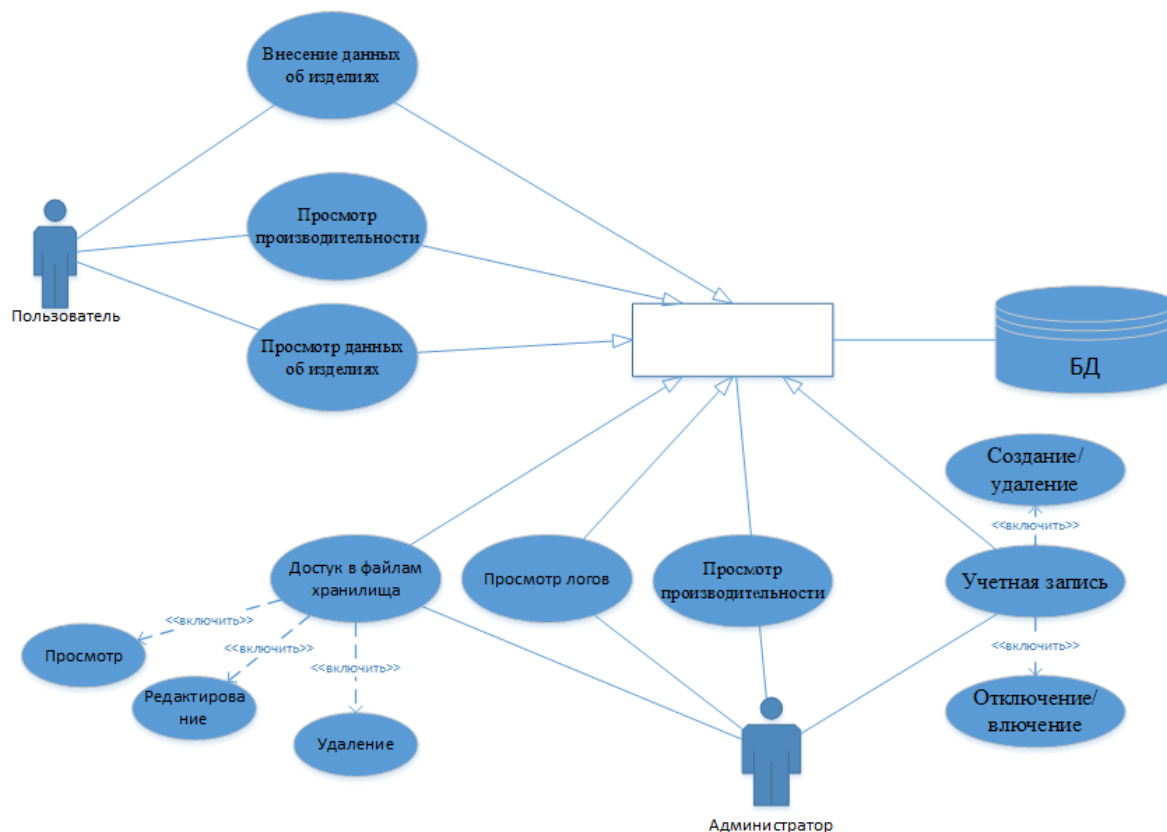


Рис. 4. Общая диаграмма возможностей системы
Fig. 4. General diagram of system capabilities

Для уточнения по автоматизации рассмотрим подробнее несколько вариантов использования (ВИ) реализуемой системы. На рисунке 5 представлена модель ВИ «Ввод и просмотр данных»:

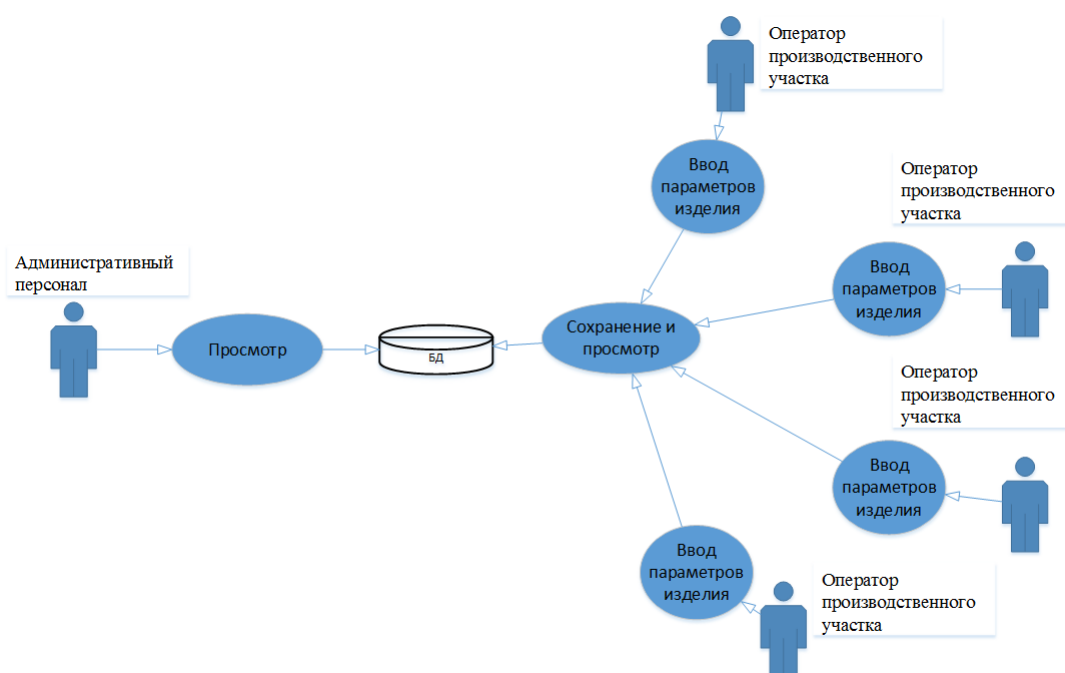


Рис. 5. Модель ВИ «Ввод и просмотр данных»
Fig. 5. VI model "Data entry and viewing"

Предлагаемая система будет различаться по функциональным возможностям для пользователя и администратора

Для Администратора доступно:

- 1.Регистрация и удаление учетных записей.
- 2.Отключение и включение учетных записей.
- 3.Просмотр логов системы.
- 4.Доступ к файлам хранилища и работа с ними (просмотр, редактирование, удаление).
- 5.Просмотр производительности
- 6.Работа с базой данных системы.

Для пользователя доступно:

- 1.Внесение данных об изделиях
- 2.Просмотр данных об изделиях
- 3.Просмотр производительности

В системе необходимо реализовать полное ограничение для не зарегистрированных пользователей. Система не предусматривает какого-либо уровня допуска без авторизации, и проверяет полномочия пользователя при аутентификации.

На рисунках 6 и 7 представлена декомпозиция рассматриваемых процессов.

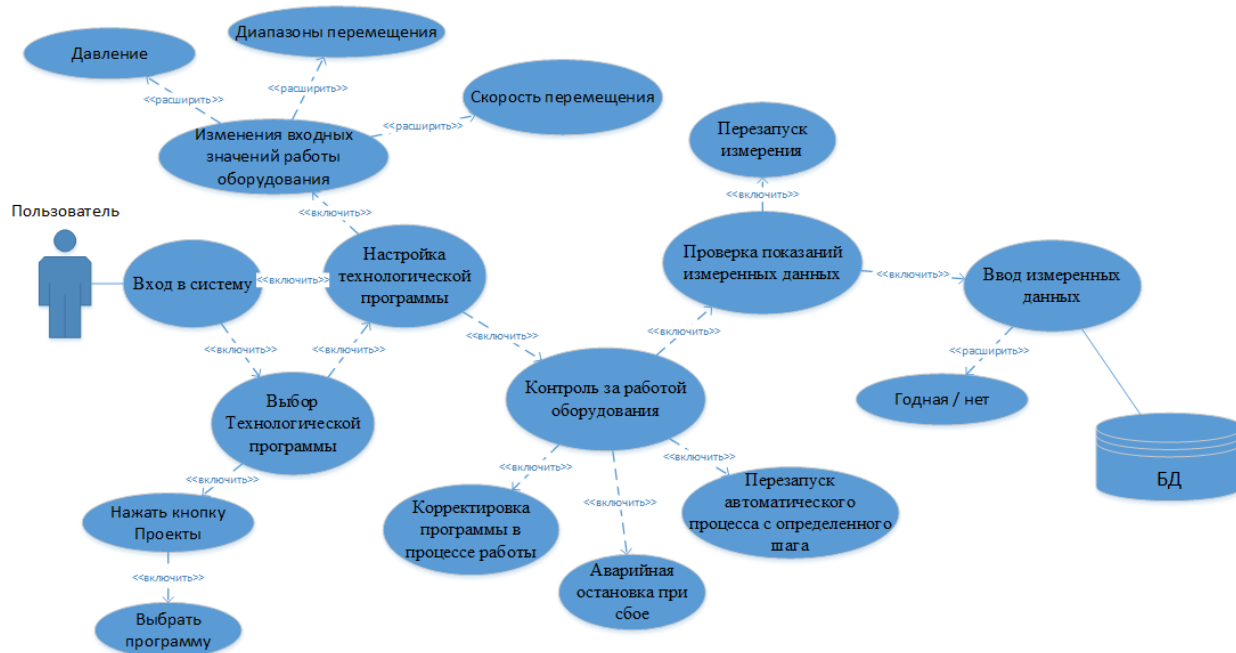


Рис. 6. Декомпозиция работы оператора и внесение данных об изделии
Fig. 6. Decomposition of the operator's work and entering data about the product

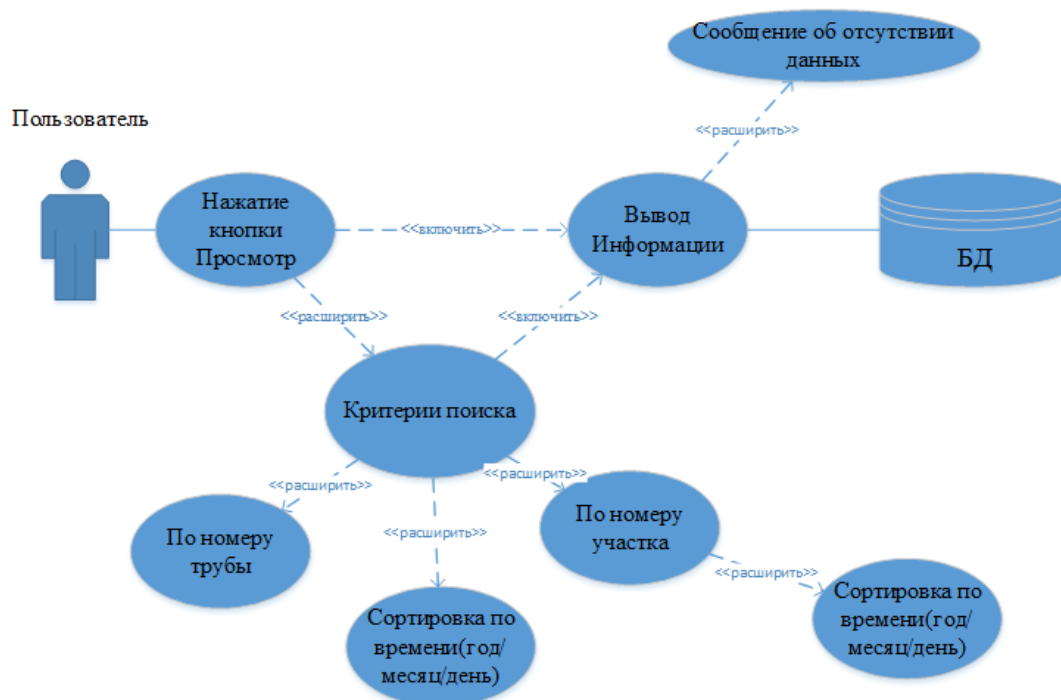


Рис. 7. Декомпозиция просмотра данных об изделии

Fig. 7. Decomposition of viewing product data

Как мы видим, ВИ может включать в себя просмотр как всей возможной информации, занесенной в базу данных, так ее отбор по нескольким критериям: по номеру искомого изделия, по производственному участку, сортировка за сутки, неделю или другие временные рамки.

Проектируемая система требует наличие базы данных (рис. 8-10) со следующими таблицами:

- 1) Данные работника
- 2) Цех
- 3) Смена
- 4) Участок
- 5) Заказчик
- 6) Заказ
- 7) Производство

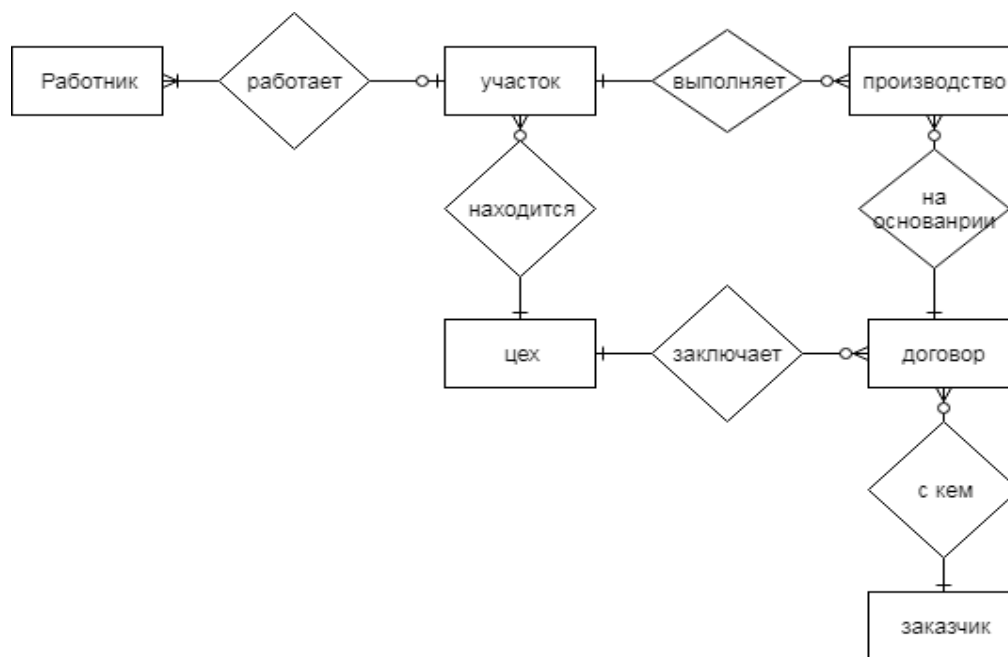


Рис. 8. Концептуальная схема базы данных
Fig. 8. Conceptual schema of the database



Рис. 9. Логическая схема базы данных
Fig. 9. Logical schema of the database

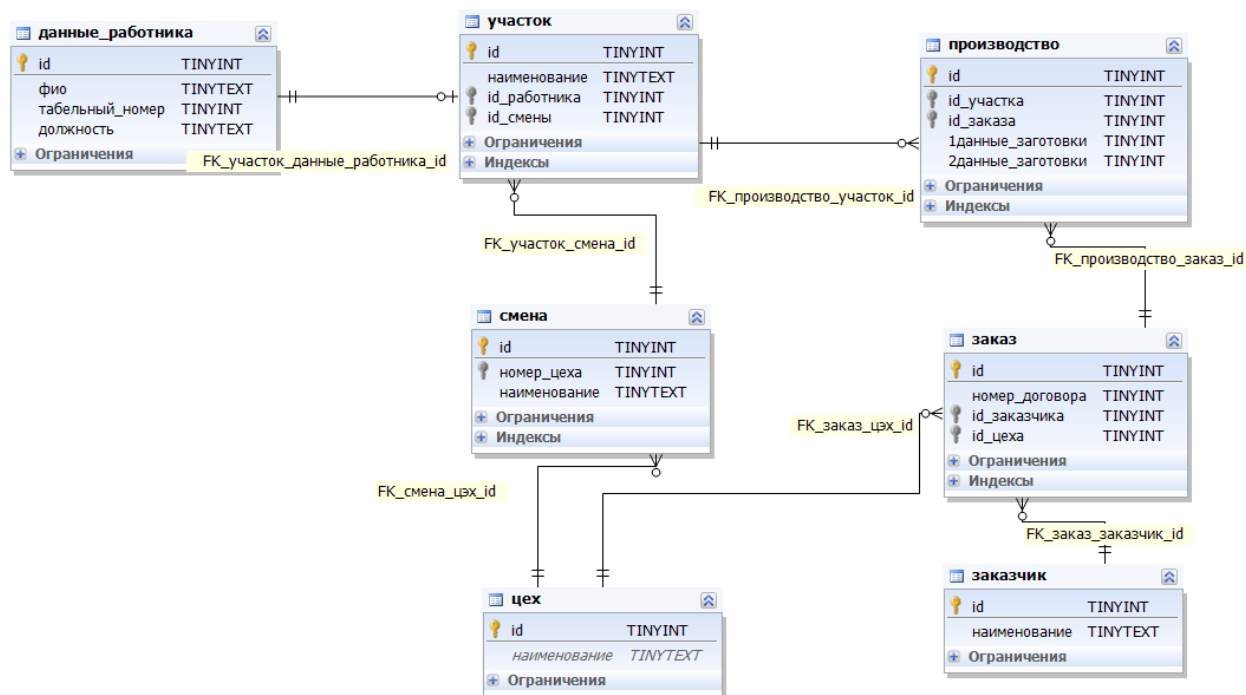


Рис. 10. Физическая схема БД
Fig. 10. Physical database diagram

Работа с файлами подразумевает в себя выгрузку базы данных в файл Excel за выбранный период, открытие файла для просмотра в самом окне системы.

Для функционирования системы будет необходимо установить сервер, подключить пользовательские компьютеры на всех участках в сеть для связи с ним, установить Microsoft Excel, установить браузер Google Chrome, Opera или Mozilla, подключить сервер к базе данных.

Входными данными системы буду являться вносимые пользователем характеристики заготовок, а выходными расчет производительности и вывод показаний в окно системы. Интерфейс системы должен быть рассчитан на пользователей, не имеющих специальных технических знаний и навыков в области компьютерной техники, и быть легко осваиваем ими. Навигационные элементы интерфейса системы должны обеспечивать однозначное понимание пользователем их смысла и обеспечивать навигацию по всем доступным пользователю разделам системы и отображать соответствующую информацию. Для примера, на рисунке 11, представлен эскиз окна данных о продукции, которое содержит несколько команд для работы с форматом Excel, выгрузки базы данных в файл Excel и открытия файлов в браузере для быстрого просмотра данных.

Выход				
Работа с учетками	Ввод данных	Работа с Excel	Данные о продукции	
Номер трубы	Измеренные данные	Измеренные данные	Годная/Дефектная	Дата/время
Вывод				

Рис. 11. Эскиз окна данных о продукции

Fig. 11. Sketch of the product data window

Окно содержит таблицу с пятью столбцами и командой выгрузки параметров всех изготавливаемых изделий на экран.

Для разработки системы была выбрана среда PhpStorm, для поддержания сервера Open Server, а для создания баз данных PHPMyAdmin и dbForge Studio.

ВЫВОДЫ

Данная концепция реализации весьма успешно может быть внедрена в разные сферы деятельности, так как легко переносима на разные платформы, гибкая в настройке и не требует значительных ресурсов для внедрения. Благодаря данной системе предприятия смогут оптимизировать процесс сбора и хранения данных, что позволит сократить время, уменьшить влияние ручного труда, повысить производительность, вследствие чего повысится конкурентоспособность на рынке и увеличится прибыль.

Список литературы

1. Аббазова Р.А. Исследование проблем в области автоматизации управления узкоспециализированных малых предприятий [Электронный ресурс] / Р.А. Аббазова, О.Ф. Абрамова // Современная техника и технологии. - 2015. - № 1. - URL: <http://technology.snauka.ru/2015/01/5601>.
2. Абрамова О.Ф. Визуализация паттерна поведения пользователя web-системы / О.Ф. Абрамова // Кибернетика и программирование: электронный журнал. - 2019. - № 3. - С. 43-52. – DOI: 10.25136/2644-5522.2019.3.23017. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=23017.
3. Абсатаров Р.Н. Исследование деятельности сервисного центра компьютерной техники и анализ осуществимости автоматизации бизнес-процессов / Р.Н. Абсатаров, О.Ф. Абрамова // Научное обозрение. Технические науки. - 2020. - № 5. - С. 7-12.
4. Грек А.А. Исследование программного обеспечения для визуализации ведения технологических расчётов [Электронный ресурс] / А.А. Грек, О.Ф. Абрамова // Международный студенческий научный вестник: электронный журнал. - 2018. - № 3, ч. 8. - С. 1225-1227. – URL: <https://www.eduherald.ru/>.

5. Фофилов Н.А. Исследование и анализ внутренних коммуникаций в организации [Электронный ресурс] / Н.А. Фофилов, О.Ф. Абрамова // Академия педагогических идей «Новация». Сер. Студенческий научный вестник: сетевой журнал. - 2018. - № 6. – АРТ 320-эл. – 10 с. – URL: <http://akademnova.ru/page/875550>.

References

1. Abbazova R.A. Research of problems in the field of automation of management of highly specialized small enterprises [Electronic resource] / R.A. Abbazova, O.F. Abramova // Modern equipment and technologies. - 2015. - № 1. - URL: <http://technology.snauka.ru/2015/01/5601>.

2. Abramova O.F. Visualization of the web system user behavior pattern / O.F. Abramova // Cybernetics and programming: electronic journal. - 2019. - No. 3. - P. 43-52. – DOI: 10.25136/2644-5522.2019.3.23017. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=23017.

3. Absatarov R.N. Research of activity of the service center of computer equipment and analysis of feasibility of automation of business processes / R.N. Absatarov, O.F. Abramova // Scientific review. Technical sciences. - 2020. - № 5. - P. 7-12.

4. Grek A.A. Research of software for visualization of technological calculations [Electronic resource] / A.A. Grek, O.F. Abramova // International Student Scientific Bulletin: electronic journal. - 2018. - No. 3, part 8. - P. 1225-1227. – URL: <https://www.eduherald.ru/>.

5. Fofilov N.A. Research and analysis of internal communications in the organization [Electronic resource] / N.A. Fofilov, O.F. Abramova // Academy of Pedagogical Ideas "Novation". Ser. Student Scientific bulletin: online journal. - 2018. - No. 6. – ART 320-e-mail. – 10 p. – URL: <http://akademnova.ru/page/875550>.

Терентьев Виталий Сергеевич, электромеханик Волжского трубного завода, студент кафедры «Информатика и технология программирования»

Абрамова Оксана Федоровна, доцент кафедры «Информатика и технология программирования»

Terentyev Vitaly Sergeevich, Electromechanic of the Volzhsky Pipe Plant, Student of the Department of Informatics and Programming Technology

Abramova Oksana Fedorovna, Associate Professor of the Department of Informatics and Programming Technology

УДК 001.101; 510.85

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-4

Маторин С.И.¹
Гуль С.В.²

**КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЗНАНИЙ
КАК СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ
ДЕСЯТИЧНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ**

¹⁾ Белгородский университет кооперации, экономики и права, ул. Садовая 116а, г. Белгород, 308023, Россия

²⁾ Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы д. 85, г. Белгород, 308015, Россия

e-mail: medintseva@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматривается актуальная задача совершенствования универсальной десятичной классификации (УДК) в связи с ее многочисленными недостатками. Приведенные в статье примеры показывают, что в УДК нарушены общеизвестные правила построения классификаций и не находят применения системные принципы построения классификационных моделей. Данные обстоятельства превращают индексирование по УДК в сложный и исключительно трудоемкий творческий, эвристический процесс, результат которого во многих случаях в принципе не может быть корректным. Для решения поставленной задачи применен системный подход к построению концептуальных классификационных моделей (ККМ), позволяющий представлять концептуальную (понятийную) модель формы и содержания знаний, которая обеспечит легкость ее восприятия, запоминания и использования, а также однозначность решения задачи выбора индекса документа по содержанию и форме информации. Представлена базовая классификация знаний и классификации знаний по содержанию и форме, на основе которых могут быть разработаны классификаторы конкретных предметных областей.

Ключевые слова: универсальная десятичная классификация; концептуальная классификационная модель; модель знаний; классификация знаний по форме; классификация знаний по содержанию

Для цитирования: Маторин С.И., Гуль С.В. Концептуальная классификационная модель знаний как способ совершенствования универсальной десятичной классификации // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №3, 2022. – С. 34-42. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-4

Маторин С.И.¹
Gul S.V.²

**A CONCEPTUAL CLASSIFICATION MODEL OF KNOWLEDGE
AS A WAY TO IMPROVE UNIVERSAL DECIMAL CLASSIFICATION**

¹⁾ Belgorod University of Cooperation, Economy and Law, 116a Sadovaja St., Belgorod, 308023, Russia

²⁾ Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: medintseva@bsu.edu.ru

Abstract

The article deals with the urgent task of improving the universal decimal classification (UDC) in connection with its numerous shortcomings. The examples given in the article show that the well-known rules for constructing classifications are violated in the UDC and the system principles for constructing classification models are not applied. These circumstances turn UDC indexing into a complex and extremely time-consuming creative, heuristic process, the result of which in many cases, in principle, cannot be correct. To solve the problem, a systematic approach to the construction of conceptual classification models (CCM) was applied, which allows representing a conceptual (conceptual) model of the form and content of knowledge, which will ensure the ease of its perception, memorization and use, as well as the uniqueness of solving the problem of choosing a document index on the content and form of information. The basic classification of knowledge and the classification of knowledge by content and form are presented, on the basis of which classifiers of specific subject areas can be developed.

Keywords: universal decimal classification; conceptual classification model; knowledge model; classification of knowledge by form; classification of knowledge by content

For citation: Matorin S.I., Gul S.V. A conceptual classification model of knowledge as a way to improve universal decimal classification // Research result. Information technologies. – Т.7, №3, 2022. – Р. 34-42. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-4

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение объемов и потоков информации требует от органов научно-технической информации, библиотек, редакций, издательств и т.д. все более интенсивного использования новых компьютерных технологий для ее обработки. Большую роль в повышении эффективности обработки информации играют классификации, главной из которых, в настоящее время, является Универсальная Десятичная Классификация (УДК).

Несмотря на определенные удобства УДК, она, к сожалению, не лишена существенных недостатков, затрудняющих поиск индекса, соответствующего содержанию индексируемого документа, и усложняющих тем самым процесс индексирования. Некоторые из них настолько очевидны, что упоминаются в самих изданиях этой классификации при ее описании, а именно [1]:

→ множественность локализации понятий, т.е. многократное расположение одних и тех же понятий по различным отраслям знания в зависимости от аспекта рассмотрения;

→ дробность детализации схемы, т.е. необходимость представления индекса документа в виде нескольких (иногда двухэтажных) десятичных дробей, имеющих различную мнемонику;

→ органическая связанность разделов (изменение одного раздела влечет за собой изменение другого), например, связь классов 5 и 6 основного ряда настолько сильна, что зачастую вызывает затруднения при выборе индекса;

→ при построении разделов основной таблицы (основного ряда) УДК, а также вспомогательных таблиц (специальных и общих определителей) в основу их создания не заложен единый системообразующий принцип, что находит свое выражение в особом дополнительном понятии «параллельное подразделение» и необходимости использования специального знака конгруэнтности « $\cong$ »;

→ многие разделы разработаны несколько десятилетий тому назад.

Кроме того, во многих разделах и подразделах УДК, несмотря на постоянные попытки ее совершенствования, нарушены общеизвестные правила построения классификаций (правила деления понятий: соразмерность членов деления и взаимное их исключение и т.д.) [2] и тем более не находят применения системные принципы построения концептуальных классификационных моделей (ККМ) [3].

ПРОБЛЕМЫ УДК

Например, анализируя самую последнюю версию УДК [4], можно показать, что как правило, сведенными вместе без четкого различения оказываются такие характеристики знания как «форма» и «содержание», что может создавать путаницу при индексировании. Например, в общем разделе «Наука и знание. Организация. Информационные технологии. Информация. Документация. Библиотечное дело. Учреждения. Публикации» (0), в классе (00) – «Общие вопросы науки и культуры. Пропедевтика» – представлены как формы представления знаний: «Документация Научно-техническая информация (НТИ). Печать в целом. Авторство» (002), «Системы письма и письменности. Знаки и символы. Семиотика в целом. Коды. Графическое представление мысли» (003); так и содержательные аспекты «Информационные технологии. Вычислительная техника. Обработка данных» (004), в том числе «Искусственный интеллект» (004.8), и «Деятельность и организация. Общая теория связи и управления (кибернетика)» (007), в том числе «Изменчивость физической конфигурации и состояния. Изменение состояния» (007.2).

В подразделе «Организация умственного труда» (001.81) на одном уровне деления находятся такие пункты как «Подбор справочных источников. Изучение содержаний, аннотаций, выдержек, резюме, первых набросков, литературных черновиков» (001.814), «Подготовка докладов. Оформление докладов» (001.817), «Изложение результатов работы. Составление отчетов. Техника отчетности» (001.818); так и «Средства для работы» (001.812) и «Собирание газетных и прочих вырезок» (001.813), которые не являются видами умственного труда. При этом классифицирование как один из важных способов организации умственного труда отсутствует.

Не удивительно, что при этом в совершенно разных классах и на разных уровнях оказываются понятия одного содержательного поля, например, «культура» (в классе 008), «искусство» (в классе 7), а «музеи» (в классе 06); «письменность» (в классе 003), а «языкознание» (в классе 8).

При этом в некоторых классах объединенными оказываются совершенно не связанные между собой понятия. Например, в классе (06) объединены «музеи» с «финансовыми комитетами»; в классе (65) спокойно соседствуют на одном уровне «Телекоммуникация и дистанционное управление» (654) и «Бухгалтерия. Бухгалтерский учет» (657). А классы (302.42) и (302.44) называются одинаково «Виды исследований».

Судя по этой классификации, «география» (9) оказывается не «естественной наукой» (5). При этом в последний класс включены разделы, явно связанные с географией: «Природа. Охрана природных ресурсов. Угрозы окружающей среды и защита от них» (502/504), «Астрономия. Астрофизика. Исследование космического пространства. Геодезия» (52), «Науки о Земле. Геологические науки» (55). Таким же образом «история» (9) является и не «естественной» (5), и не «общественной» (3) наукой.

Кроме того, «телекоммуникации», представляющие собой информационные технологии, попали в класс (65), остальные «информационные технологии» в класс (004). В классе «Документация. Научно-техническая информация (НТИ). Печать в целом. Авторство» (002) нет подкласса, касающегося собственно НТИ, только подкласс «Центры документации. Органы НТИ» (002.6).

Большую трудность представляет индексирование в соответствии с УДК документов по междисциплинарным исследованиям или интегрированным научным дисциплинам. При этом добавление новых научных дисциплин в УДК является сложной и не имеющей однозначного решения задачей. Например, в соответствии с действующей УДК «Системный анализ» запрятан в подклассе (303.372), т.е. должен использоваться только в рамках общественных наук, хотя давно известно его применение и в технике, и в информационных технологиях.

На основании сказанного выше можно утверждать, что с помощью УДК невозможно объективизировать процесс определения индекса документа. Индексирование по УДК это сложный и исключительно трудоемкий творческий, эвристический процесс, результат которого во многих случаях в принципе не может быть корректным.

Невозможность алгоритмизации индексирования по УДК исключает автоматизацию этого процесса и, таким образом, препятствует широкому внедрению компьютерных технологий, необходимых для повышения эффективности обработки информации.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УДК С ПОМОЩЬЮ ККМ

В настоящее время, в связи с успехами в области системных исследований, а также теории классификации и представления знаний существует возможность создания новой классификации знаний, учитывающей критерии и системные закономерности ККМ, в рамках которой отмеченные недостатки могут быть устранены.

Системная ККМ будет обладать следующими преимуществами и возможностями:

— представлять собой концептуальную (понятийную) модель формы и содержания знаний, что обеспечит легкость ее восприятия, запоминания и использования;

— обеспечивать однозначность решения задачи выбора индекса документа по содержанию и форме информации;

→ автоматизировать процесс индексирования документов по ключевым словам или понятиям (и не только документов, а и всех других форм, в которых выражаются человеческие знания: картин, музыкальных произведений, любых изделий);

→ обеспечивать простое и, при необходимости, оперативное введение новых отраслей знаний, изменение существующих отраслей (за счет простых операций абстрагирования (обобщения) и конкретизации (детализации) над понятиями данной предметной области) без изменения других областей классификации;

→ возможность использования отдельных разделов и подразделов ККМ в качестве концептуальных моделей конкретных предметных областей в базах знаний современных знаниеориентированных информационных систем и технологий;

→ возможность построения информационных поисковых систем и технологий по единому принципу и основанию, например, в Internet, что обеспечит значительное повышение эффективности хранения и поиска информации в международном масштабе.

Рассмотрим пути построения системной ККМ знаний.

БАЗОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЗНАНИЙ

При построении такой классификации (при выработке принципа ее построения) необходимо исходить из роли, места, функции (функциональных свойств) знаний в природе. Знаниям, как правило, приписывается двойственная функция, с одной стороны, содержательная, связанная с отражением действительности в сознании человека, а, с другой стороны, формальная, связанная с некоторым способом их выражения (для фиксации и последующей передачи).

В соответствии с системным подходом для получения требуемой ККМ объектов некоторой предметной области, обязательно необходимо учитывать два вида их свойств. Во-первых, это, так называемые, качественные свойства (различные качества) и, во-вторых, это, так называемые, граничные свойства (структура, функция, количество и т.д.). Легко видеть, что свойство отражения (содержательное) для знания является качественным свойством, а свойство выражения (формальное) – граничным. Таким образом, в абстрактном классе «ЗНАНИЕ» должны быть, в первую очередь, выделены класс «СОДЕРЖАНИЕ ЗНАНИЙ», обеспечивающий выполнение функции отражения, и класс «ФОРМА ЗНАНИЙ», обеспечивающий функцию выражения. Тогда, в соответствии с параметричностью системной ККМ, классификация видов формы знаний должна соответствовать классификации видов выражения этих знаний, а классификация видов содержания знаний должна соответствовать классификации видов отражений (см. рис. 1).

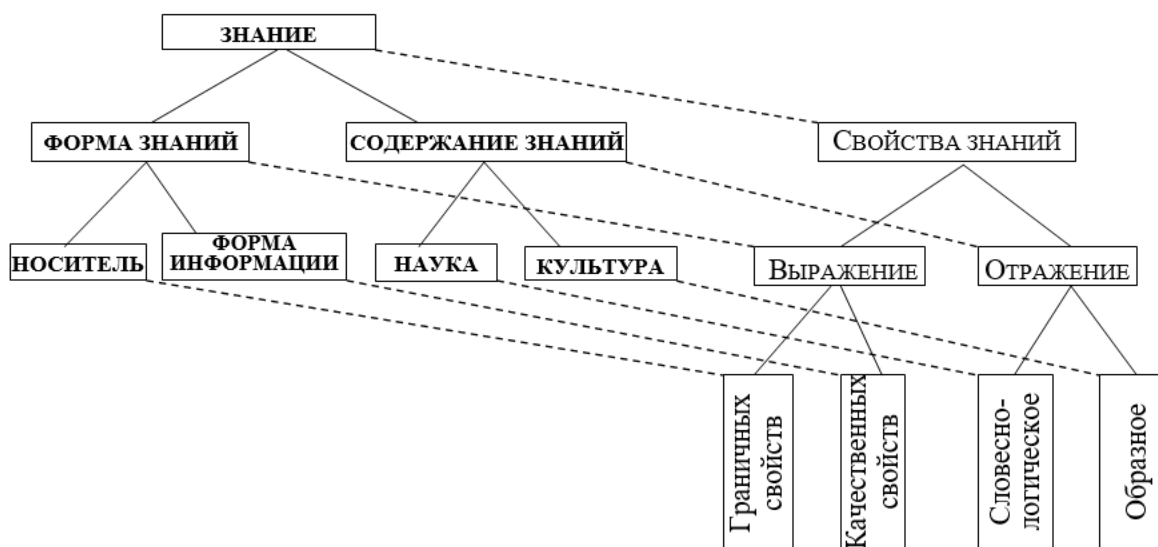


Рис. 1. Базовая классификация знаний
Fig. 1. Basic classification of knowledge

В качестве основных видов «**ФОРМЫ ЗНАНИЙ**» следует рассматривать виды «**НОСИТЕЛЕЙ**» знаний, соответствующие выражению граничных свойств формы знаний, и виды «**ФОРМЫ ИНФОРМАЦИИ**», соответствующие выражению качественных свойств формы знаний. В качестве основных видов «**СОДЕРЖАНИЯ ЗНАНИЙ**» следует рассматривать «**НАУКУ**», обеспечивающую абстрактное словесно-логическое отражение действительности и соответствующую, таким образом, граничным свойствам содержания знаний, и «**КУЛЬТУРУ**», обеспечивающую в большей степени чувственное образное отражение и соответствующую, таким образом, качественным свойствам содержания знаний.

Дальнейшее классифицирование формы знаний (носителей знаний и формы информации) и содержания знаний (науки и культуры) должно осуществляться по тому же принципу путем деления каждого вида выражения знаний и каждого вида отражения знаний на граничные (формальные) и качественные (содержательные) свойства.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗНАНИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ

Рассмотрим классификацию содержания знаний по видам отражения (см. рис. 2).

В связи с наличием двух видов отражения – словесно-логического и образного – все содержание знаний делится на «**НАУКУ**», как знания, обеспечивающие собственно словесно-логическое отражение действительности, и «**КУЛЬТУРУ**», как знания, обеспечивающие преимущественно образное, чувственное отражение этой действительности.

В зависимости от степени абстрактности словесно-логического отражения науку следует разделить на «**ТЕОРЕТИЧЕСКУЮ**», как науку, обеспечивающую большую степень абстрактности (формальности), и «**ЭМПИРИЧЕСКУЮ**» – имеющую большую конкретность (содержательность) отражения. В зависимости от степени рефлексивности образного отражения, соответствующей степени абстрактности словесно-логического отражения, культуру следует разделить на «**ИСКУССТВО**», обеспечивающее отражение с большей степенью рефлексии, и «**РЕЛИГИЮ**», обеспечивающее отражение с меньшей степенью рефлексии.

Далее аналогично, теоретическую науку в зависимости от обеспечиваемой степени абстрактности отражения следует разделить на «**ЛОГИКО-МАТЕМАТИЧЕСКУЮ**» (логические исчисления, различные сугубо математические дисциплины и т.д.), как науку, обеспечивающую чисто формальное отражение, и «**ПРЕДМЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКУЮ**» (теоретическая физика, космология и т.д.) – обеспечивающую формально-содержательное отражение. Эмпирическую науку следует разделить на науку «**ТЕХНИЧЕСКУЮ**», являющуюся более абстрактной и «**ЕСТЕСТВЕННУЮ**» – являющуюся более конкретной. По тому же принципу техническую науку следует разделить на «**СОБСТВЕННО ТЕХНИЧЕСКУЮ**» (более формальную, например, радиоэлектроника) и «**ИНФОРМАЦИОННУЮ**» (менее формальную, например, искусственный интеллект), а естественную науку – на более формализованную «**ПРИРОДНУЮ**» науку (о природе: физика; химия; физическая география; биология, зоология и т.д.) и менее формализованную «**СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНУЮ**» (общественные науки, в частности экономическая география; история; языкознание; психология, педагогика и т.д.).

В соответствии со степенью рефлексивности искусство следует разделить на «**СЛОВЕСНО-РЕЧЕВОЕ**» (литература; театр; эстрада и т.д.), связанное с левополушарной фиксацией результатов отражения, и «**МУЗЫКАЛЬНО-ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ**», связанное с правополушарной фиксацией отражения.

Религию, по тому же принципу, на религию «**ФИЛОСОФСКУЮ**», которая включает в себя развитые философские системы, обеспечивающие более сильную рефлексия (например, дао), и «**ТЕОЛОГИЧЕСКУЮ**», представляющую собой верования, обходящиеся более слабой степенью рефлексии или вообще без таковой (например, христианство).

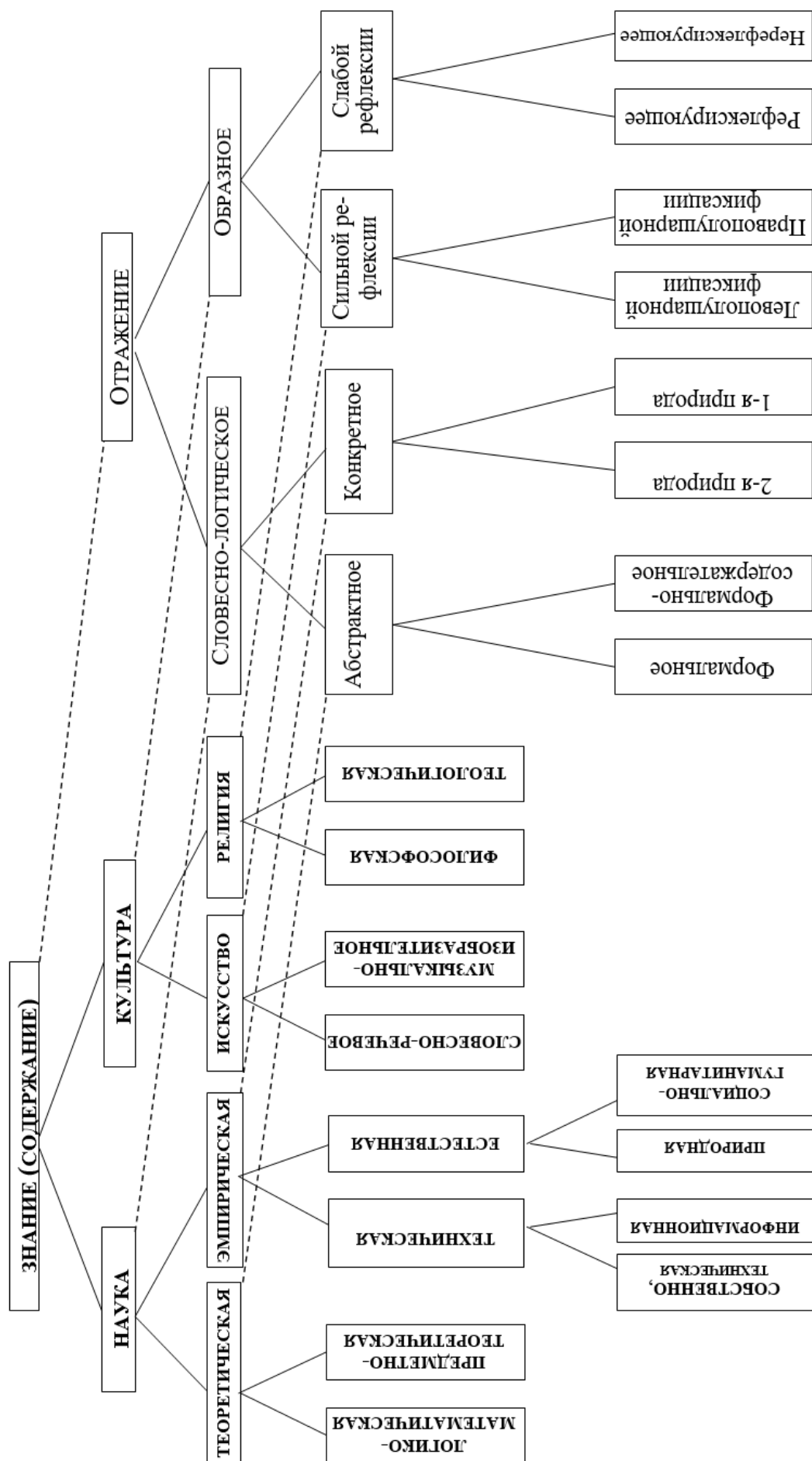


Рис. 2. Классификация содержания знаний по видам отражения
Fig. 2. Classification of knowledge content by types of reflection

Таким образом, содержание знания можно упорядочить по единому принципу и расположить все области знаний последовательно от самых абстрактных формализованных логико-математических научных дисциплин до совершенно чувственных и нерелексивных религиозных верований.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗНАНИЙ ПО ФОРМЕ

Рассмотрим классификацию формы знаний по видам выражения знаний (см. рис. 3).

В связи с выделением граничных и качественных свойств в рамках функциональной способности знаний выражаться в некоторой форме, форма знаний разделена на «НОСИТЕЛИ» знаний, выражающих граничные свойства формы знаний, и «ФОРМУ ИНФОРМАЦИИ», выражающую качественные свойства формы знаний.

В зависимости от жесткости (материальности) выражаемых граничных свойств следует разделить носителей на «ВЕЩЕСТВЕННЫХ», обладающих более жесткими материальными граничными свойствами, и на «ПОЛЕВЫХ», обладающих менее жесткими энергетическими граничными свойствами. Последние объединяют «РЕАЛЬНЫХ» фиксированных носителей (дискеты, диски, флешки и т.д.) и «ВИРТУАЛЬНЫХ» распределенных (например, адрес www). В зависимости от степени формальности выражаемых качественных свойств форму информации следует разделить на «СПОСОБ», как вид формы информации, соответствующий выражению структурных (граничных, формальных) свойств знаний (в рамках данного класса будут различаться знаковые и не знаковые способы выражения информации и, в первую очередь, такие понятия как: «ЯЗЫКОВЫЙ» и «АУДИОВИЗУАЛЬНЫЙ»), и «СТИЛЬ», как вид формы информации, обеспечивающий выражение стилистических (менее формальных, качественных) характеристик знаний (в рамках данного класса будут различаться «ФОРМАЛЬНЫЕ» и «СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ» стили).

В рамках вещественных (материальных) носителей следует рассматривать – «ПРЕДМЕТЫ» (искусственные изделия, в том числе документы, как более формальные) и – «ОБЪЕКТЫ» (естественные неорганические и органические, как менее формальные). В рамках языкового способа выражения информации следует рассматривать «ИСКУССТВЕННО ЯЗЫКОВЫЕ» способы, как более формальные, и «ЕСТЕСТВЕННЫЕ ЯЗЫКОВЫЕ», как менее формальные более содержательные.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый системологический метод систематизации знаний и базовая классификация знаний, отлаженная и доведенная, конечно, до конкретных терминов соответствующих дисциплин и предметных областей, обеспечит объективизацию и алгоритмизацию индексирования документов по их понятийному содержанию, что позволит действительно автоматизировать процесс индексирования по ключевым словам (терминам).

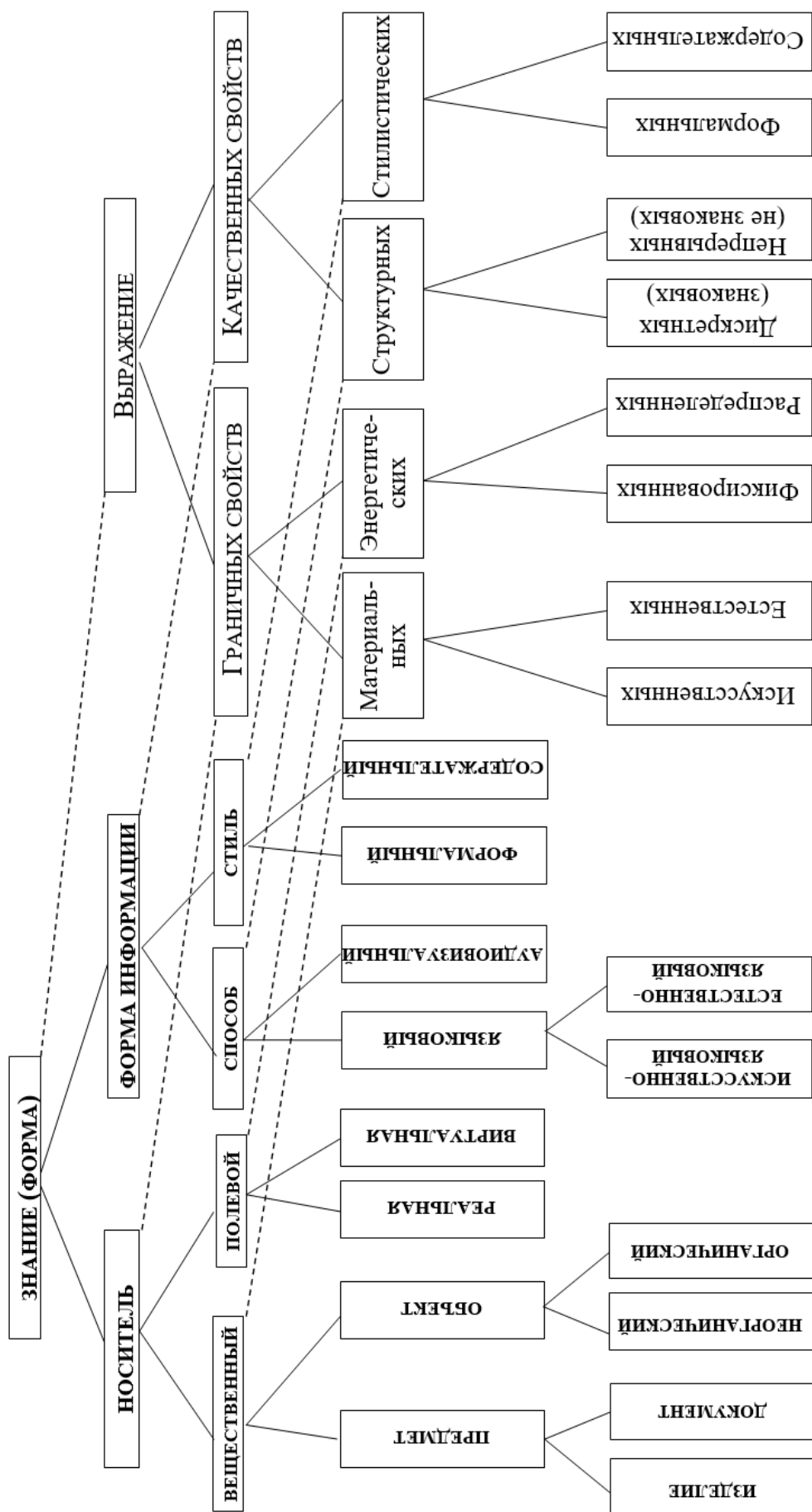


Рис. 3. Классификация формы знаний по видам выражения
Fig. 3. Classification of the form of knowledge by types of expression

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта Российского фонда фундаментальных исследований № 19-29-01047мк.

Список литературы

1. Универсальная Десятичная Классификация/ Третье советское издание. Вып.2, ч.1. М.: Изд-во стандартов, 1983. 248с.
2. Кондаков Н.И., Горский Д.П. Логический словарь. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
3. Гуль С.В., Маторин С.И. Проблемы концептуального классификационного моделирования // Материалы IX международной конференции «Информационно-аналитические системы и технологии». 14-18 марта 2021 года, Белгород: Издательство БУКЭП, 2022. С. 49-57.
4. УДК Классификатор 2021 – Издательство ТРИУМФ. URL: <https://www.triumph.ru/html/serv/udk.html>

References

1. Universal Decimal Classification / Third Soviet Edition. Issue 2, part 1. M.: Publishing House of Standards, 1983. 248s.
2. Kondakov N.I., Gorsky D.P. Logical Dictionary. – M.: Nauka, 1975. – 656 p.
3. Gul S.V., Matorin S.I. Problems of conceptual classification modeling // Materials of the IX International Conference "Information and analytical systems and Technologies". March 14-18, 2021, Belgorod: BUKER Publishing House, 2022. pp. 49-57.
4. UDC Classifier 2021 - TRIUMPH Publishing House. URL: <https://www.triumph.ru/html/serv/udk.html>

Маторин Сергей Игоревич, д.т.н., профессор, профессор кафедры информационных систем и технологий
Гуль Светлана Владимировна, старший преподаватель кафедры информационных и робототехнических систем

Matorin Sergey Igorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems and Technologies

Gul Svetlana Vladimirovna, Senior Lecturer, Department of Information and Robotic Systems

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DECISION MAKING

УДК 004.89

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-5

Демин О.Д.
Лаптев А.А.

**МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО
СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ АУДИО И ВИДЕО ДАННЫХ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий,
механики и оптики», Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия

e-mail: olegkastrategka@gmail.com, nickname.avast@gmail.com

Аннотация

Определение психоэмоционального состояния человека находит применение в различном количестве задач от диагностирования заболеваний до предупреждения аварийных дорожных ситуаций. Учитывая важность и разнообразие задач, где применяется определение психоэмоционального состояния человека, существует множество методов и подходов, но большинство из них использует только один невербальный признак, например голос или выражения лица человека. При этом одновременное использование нескольких невербальных признаков может увеличить точность по сравнению с методами, использующие только один невербальный признак. В данной работе разработан метод, использующий голос и выражение лица в качестве невербальных признаков. На основе литературного обзора и анализа существующих методов были выбраны лучшие методы и подходы, использующие голос или выражение лица, проведено сравнение разрабатываемого метода с существующими решениями. Разработанный метод позволил улучшить точность CMCNN, но при этом его Accuracy было меньше в сравнении с DisVoice + SVM. Для увеличения точности разработанного метода было предложено использовать средневзвешенное или использовать более сложную модель, способную выявить взаимосвязи между голос и выражением лица человека.

Ключевые слова: психоэмоциональное состояние; анализ эмоций; невербальные признаки; методы определения психоэмоционального состояния

Для цитирования: Демин О.Д., Лаптев А.А. Модель определения психоэмоционального состояния человека на основе аудио и видео данных // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №3, 2022. С. 43-56. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-5

Demin O.D.
Laptev A.A.

**MODEL FOR PERSON PSYCHOEMOTIONAL STATE
DETERMINATION USING AUDIO AND VIDEO DATA**

Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics,
49 Kronverkskiy prospekt, St. Petersburg, 197101, Russia

e-mail: olegkastrategka@gmail.com, nickname.avast@gmail.com

Abstract

Determination of the person's psychoemotional state finds application in a variety of tasks from the diagnosis of diseases to the prevention of emergency traffic situations. Given the importance and variety of tasks where it used, there are many methods and approaches of it exists, but most of them use only one nonverbal feature, such as a person's voice or facial expressions. At the same time, the simultaneous use of several nonverbal signs can increase accuracy compared to methods using only one nonverbal sign. In this paper, such method has been developed that uses voice and facial expression as nonverbal signs. Based on the literature review and analysis of

existing methods, the best methods and approaches using voice or facial expression were selected, the developed method was compared with existing solutions. The developed method made it possible to improve the accuracy of CMCNN, but at the same time, in each test, the Accuracy of its own method was less in comparison with DisVoice + SVM. For improving developed method weighted average was proposed to use instead of usual average or using more complex model, which is able to detect interrelation between person's voice and facial expression.

Keywords: psychoemotional state; emotion analysis; nonverbal; methods for determining emotional state

For citation: Demin O.D., Laptev A.A. Model for person psychoemotional state determination using audio and video data // Research result. Information technologies. – Т.7, №3, 2022. – P. 43-56. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-5

ВВЕДЕНИЕ

Психоэмоциональное состояние (ПЭС) человека играет важную роль на протяжении всей его жизни. Оно определяет его поведение в различных жизненных ситуациях, а также способность справиться с поставленной задачей.

Под действиями источников стресса, отрицательно влияющих на ПЭС, человек начинает испытывать различные негативные эмоции, такие как грусть или злость, а также возникают отрицательные физиологические симптомы, например, усталость, снижение продуктивности и концентрации. В некоторых случаях для преодоления негативного состояния, принимают различные алкогольные или наркотические вещества [21].

За 2021 год, исключая декабрь, в Российской Федерации произошло 120670 дорожно-транспортных происшествий, среди которых 10275 ($\approx 8,5\%$) инцидентов, где водитель находился в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, что привело к гибели 2753 человека [1].

Влияние источников стресса и негативного состояния могут стать причиной развития психических расстройств, например депрессии [21]. Депрессия сильно влияет на жизнь человека, уменьшая его желание делать что-либо, а также может привести к суициду [19]. Так Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) оценило количество взрослых (20+ лет), страдающих депрессией, что составило 5% (больше 229 млн. людей) на 2019 год [26]. В России данная цифра составляет 4,73% (больше 4,5 млн. людей) за тот же год [7].

ПЭС человека проявляется в его поведении, общении, при том, большая часть выражается именно невербальными признаками, такими как, лицевое выражение, тон речи, поза [12]. Именно поэтому разработка новых методов автоматического определения психоэмоционального состояния человека на основе невербальных признаков является актуальной задачей. Большинство рассмотренных методов используют один невербальный признак: голос, выражение лица и др. Но использование нескольких невербальных признаков человека, в частности голос и выражение лица, возможно содержит больше информации о его ПЭС, чем при использовании одного.

ПЭС человека отвечает на вопрос, что человек чувствует или испытывает в определённый промежуток времени. Тогда определение ПЭС человека — это нахождение некоторого «состояния» в зависимости от модели представления психоэмоционального состояния или способ описания состояния человека. Используемая модель представления ПЭС зависит как от предложенного подхода, так и от используемого набора данных, что в свою очередь зависит от поставленной цели.

Так в статье [2] авторы занялись вопросом автоматического определения уровня стресса человека по выражению лица, зафиксированного в видеопотоке. Для решения поставленной задачи они предложили использовать подход под названием Segmentation based Fractal Texture Analysis (SFTA) для извлечения параметров из изображения лица пользователя, которая по заявлению автора не зависит от определения лицевых точек, так как их не использует и при этом не трудо- и время затратна, как другие рельефные методы. Предложенная модель определения эмоций показывает 98,5% по метрике Ассигасу на не указанном наборе данных.

Кроме определения уровня стресса человека по выражению лица, зафиксированного в видеопотоке, также можно определять уровень депрессии, чем и занялись авторы в статье [9]. Проблемой существующих методов они назвали нечувствительность к микросокращениям лицевых мышц, что вредит точности определения эмоции на основе лицевого выражения. Вследствие этого авторы предложили использовать метод Median Robust Local Binary Patterns from Three Orthogonal Planes (MRLBP-TOP), способный не только определять микросокращения, но и пространственно-временные изменения выражения лица, а также стохастическая модель Dirichlet Process Fisher Vector (DPFV) для получения глобальных характеристик. Модель была обучена и проверена на наборах данных AVEC2013 и AVEC2014 (Continuous Audio/Visual Emotion and Depression Recognition Challenge), где получила точность 7,55 Mean Absolute Error (MAE) и 7,21 MAE соответственно.

Депрессия не единственное заболевание, которое можно диагностировать, используя определение ПЭС человека по видеопотоку, содержащему выражения лица человека. Fei Z. и другие [4] использовали определение ПЭС человека для построения моделей определения эмоций возможной в применении для диагностирования ранних признаков когнитивного заболевания по мимике лица, зафиксированного в видеопотоке.

Также определение ПЭС человека можно использовать для определения усталости водителя по выражению лица водителя, зафиксированного во входном видеопотоке, что и стало целью авторов в статье [25]. В ней авторами был предложен подход в определении усталости водителя за рулём, чтобы уменьшить количество дорожно-транспортных происшествий.

Многие методы определения ПЭС человека не рассчитаны на использование в естественных условиях из-за возникающих сложностей, например, различные условия освещенности. Кроме того, многие наборы данных не сбалансированы по количеству примеров для некоторых эмоций, например, удивление, из-за чего уменьшается точность определения. Решением данной проблемы занялись авторы в статье [28]. Для этого они предложили нейронную модель Convolutional Relation Network для определения эмоций по выражению лица, содержащегося в видеопотоке, на основе few-shot learning. Модель состоит из четырех свёрточных блоков, извлекающие параметры из входных данных, которые затем переводятся в одно параметрическое пространство, описывающее классы эмоций. На основе этого пространства определяется конкретная эмоция из набора возможных: счастье, удивление, грусть и др. Предложенная модель продемонстрировала 56,25% Accuracy на наборе данных RAF-DB, 67,32% Accuracy на наборе данных FER2013 и 54,87% Accuracy на наборе данных SFEW.

Большинство приведённых статей ранее использовали выражение лица человека изображении или на видео, но кроме него можно также использовать голос, что и сделали авторы в статье [10]. В ней авторы указали на существующие проблемы нахождения минимума в частоте голоса, закодированного спектрограммой Мэла, у нейронной сети BP. Для решения этой проблемы они предложили использовать Particle Swarm Optimization Algorithm (PSO). Результатом определения данного подхода становятся эмоция из возможного набора: злость, счастье, грусть, страх или нейтральная эмоция. Данный подход позволил увеличить общую точность определения эмоции по голосу человека с Accuracy в 90,39% до 97,62% на наборе данных CASIA-CESC (Chinese Academic of Science Institute of Automation-Chinese Emotional Speech Corpus).

Большинство методов определения ПЭС человека по голосу используют методы и модели глубокого обучения, для обучения которых требуется время и вычислительные мощности. Поэтому авторы в статье [3] предложили подход определения эмоций по голосу, зафиксированного в аудиопотоке, с помощью метода интерполяции Cubic Spline Interpolation (CSI). Данный подход продемонстрировал 69,07% Accuracy на наборе данных RAVDESS, 92,52% Accuracy на наборе данных Emo-DB и 89,1% Accuracy на наборе данных SAVEE (Surrey Audio-Visual Expressed Emotion).

В изучаемых статьях модели представления ПЭС были как множество конкретных эмоций или состояний (радость, усталость) [2-6, 8-11, 13-17, 20, 23-25, 27-28], конкретное значение какой-то характеристики ПЭС, например, уровень депрессии [9], стресса [13], наличие ранних признаков

когнитивных заболеваний [2, 4], уровень удовлетворённости [15], так и несколько числовых характеристик одновременно, например, активность-валентность-контроль (АВК) [6].

Модели представления можно разделить на 2 группы: дискретные (конкретное состояние из множества возможных) или пространственные (одна или несколько числовых характеристик, описывающих состояние человека). Различные модели представления ПЭС, используемые в статьях, продемонстрированы на рисунке 1.

Можно увидеть, что большинстве работ используется конкретный набор состояний, например, злость, грусть, усталость и др. Меньше всего используют одиночные характеристики такие как уровень стресса, депрессии, удовлетворённости. Несколько характеристик, например АВК, также мало используется для представления ПЭС.

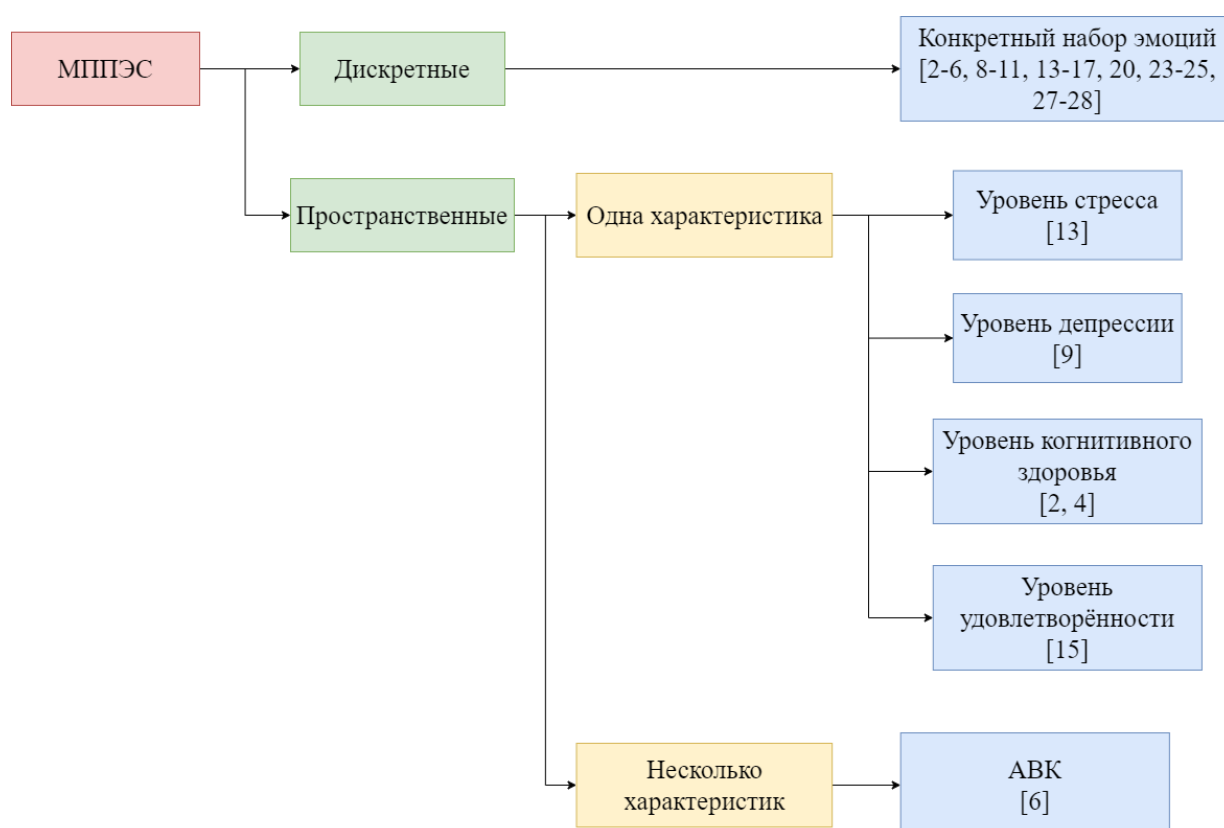


Рис. 1. Модели представления ПЭС, используемые в статьях

Fig. 1. Psychoemotional state representation models

Все описанные работы выше используют невербальный признаки, зафиксированные либо видео-, либо аудиопотоком. Используемые невербальные признаки вместе с их источником представлены на рисунке 2.

Можно увидеть, что чаще всего используется выражение лица человека, реже невербальные признаки, связанные с голосом, например, тон. Самый редкий невербальный признак – походка человека.

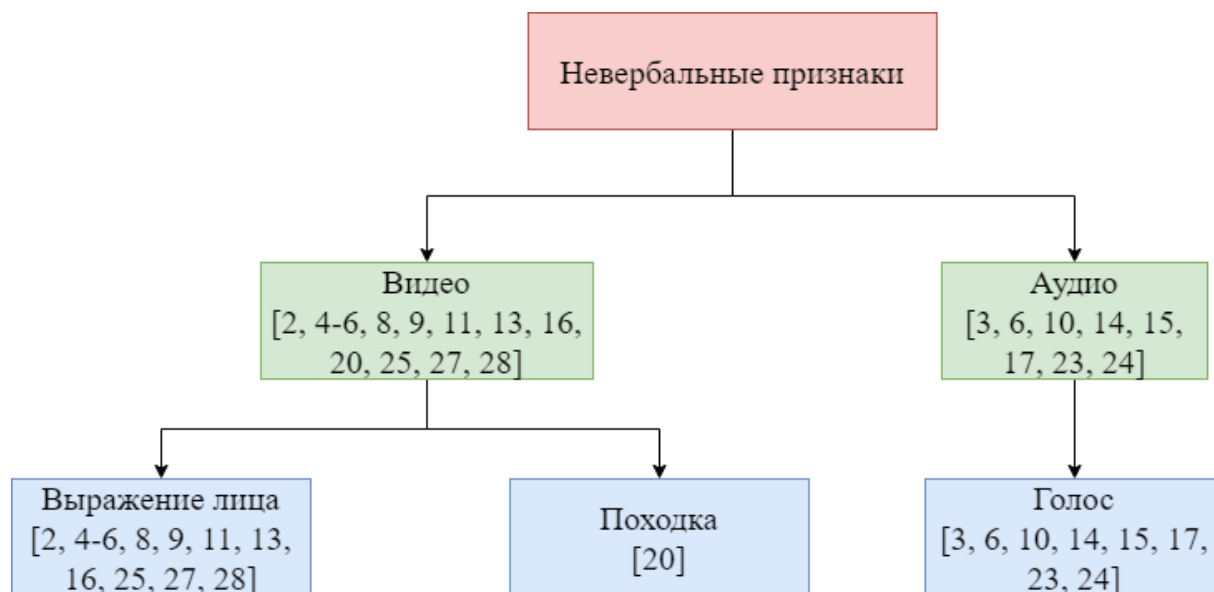


Рис. 2. Используемые невербальные признаки
Fig. 2. Used nonverbal characteristics

Некоторые выше разобранные статьи использовали определение ПЭС как инструмент достижения некоторой поставленной цели (рисунок 3.).

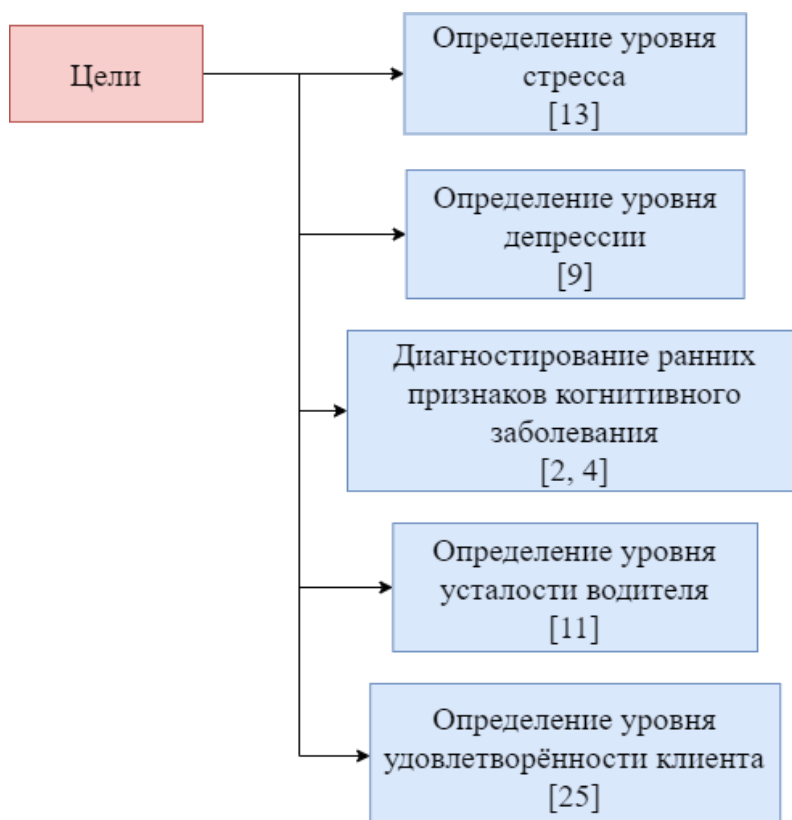


Рис. 3. Цели применения ОПЭСЧ
Fig. 3. Goals of using psychoemotional state determination

В таблице 1 приведены модели и подходы по способности работы в естественных условиях. В ней знак «-» означает, что данный метод или подход не обладает или не проверялся на наличие данного достоинством, а знак «+» наоборот. Пропуск значит, что данный метод или подход не оценивается по данному достоинству.

Таблица 1

Модели и подходы по способности ОПЭСЧ в естественных условиях

Table 1

Models and approaches by ability to be used in natural environment

Модель/Подход	Работает в различных условиях освещенности	Определяет ПЭС при частично закрытом лице	Справляется с фоновым шумом
SFTA [13]	-	-	
MRLBP-TOP+DPFV [9]	+	-	
AlexNet+ЛРД [4]	-	-	
MobileNetV2+SVM [2]	-	-	
CNN+CNN [25]	-	-	
Xception [5]	-	-	
DisVoice+SVM [15]			-
CMCNN [27]	-	-	
CRN [28]	+	-	
RAN [11]	-	+	
ECNN+ЛРД [16]	+	+	
[8]	-	+	
SOA+PSO [10]			-
TFNN [14]			-
CapsNet [24]			-
Comp-CapsNet+DC-LSTM [17]			-
CSI [3]			-
VFL [20]	+		
SFF-NEC+SVM [23]			-
TCN+R-GCN [6]	-	-	-

Другие достоинства моделей и подходов, которые можно выделить у них: требовательность к вычислительным мощностям и к большему количеству обучающих данных. Модели и подходы, рассмотренные с точки зрения этих достоинств приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Модели и подходы по требовательности

Table 2

Models and approaches by computing power and data requirement

Модель/Подход	Требовательна (ен) к вычислительным мощностям	Требует большое количество данных для обучения
SFTA [13]	-	-
MRLBP-TOP+DPFV [9]	-	+
AlexNet+ЛРД [4]	+	+
MobileNetV2+SVM [2]	+	+
CNN+CNN [25]	+	+
Xception [5]	+	+
DisVoice+SVM [15]	-	-
CMCNN [27]	+	+
CRN [28]	+	-
RAN [11]	+	+
ECNN+ЛРД [16]	+	+

Модель/Подход	Требовательна (ен) к вычислительным мощностям	Требует большое количество данных для обучения
[8]	+	+
SOA+PSO [10]	-	+
TFNN [14]	+	+
CapsNet [24]	+	+
Comp-CapsNet+DC-LSTM [17]	-	+
CSI [3]	-	+
VFL [20]	+	+
SFF-NEC+SVM [23]	-	+
TCN+R-GCN [6]	+	+

Из данных таблиц можно увидеть, что наиболее приспособленными моделями и подходами в работе в естественных условий являются: ECNN+ЛРД [16] и VFL [20]. Большинство моделей и подходов показывают высокую точность определения только в контролируемых условиях.

Также можно заметить, что наименее требовательными моделями и подходами к вычислительным мощностям и количеству данных для обучения являются: SFTA [13] и DisVoice+SVM [15]. Остальные по большей части требуют, как минимум один из показателей.

Одним из важных характеристик моделей и подходов является точность их работы, представленные разными метриками на различных наборах данных. Сравнив их между собой, можно определить лучшие в своих категориях.

В таблице 3 приведены модели и подходы, использующие выражения лица в качестве невербального признака. Прочерком указано отсутствие данных по этому набору данных для модели или подхода. Значения в таблице представлены метрикой Accurasy. Лучшие значения на наборе данных выделены полужирным шрифтом.

Таблица 3

Сравнение точности моделей и подходов, использующих выражения лица

Table 3

Accuracy comparison of models and approaches, which uses facial expression as nonverbal characteristic

Модель/подход	KDEF	CK+	FER2013	RAF-DB	SFEW
AlexNet+ЛРД [4]	88,4%	-	-	-	-
MobileNetV2+SVM [2]	88,7%	-	-	-	-
CNN+CNN [25]	-	97%	-	-	-
Xception [5]	-	-	64,71%	-	-
CMCNN [27]	-	96,02%	-	77,03%	34,95%
CRN [28]	-	-	67,32%	56,25%	54,87%
ECNN+ЛРД [16]	-	86,5%	-	86,2%	-
[8]	-	95,71%	-	76,95%	-

Как можно заметить на наборе данных KDEF лучше всего себя показала MobileNetV2+SVM [2], на наборе данных CK+ самую высокую точность продемонстрировала CNN+CNN [25], на наборе данных FER2013 лучшую точность продемонстрировала CRN [28], на наборе данных RAF-DB самый высокий результат показала ECNN+ЛРД [16], а на наборе данных SFEW – снова CRN [28]. Больше всего лучших результатов продемонстрировала CRN [28]. Лучшую среднюю Accurasy продемонстрировала CMCNN (41,6%).

Также сравним модели и подходы, использующие голос в качестве невербального признака. Результаты сравнения представлены в таблице 4. Значения представлены в виде метрики Accurasy.

Таблица 4

Сравнение точности моделей и подходов, использующих голос

Table 4

Accuracy comparison of voice-based models and approaches

Модель/подход	IEMOCAP	Emo-DB	RAVDESS
DisVoice+SVM [15]	67,5%	91,4%	83,5%
TFNN [14]	55,56%	85,15%	-
CapsNet [24]	-	99,76%	-
Comp-CapsNet+DC-LSTM [17]	-	-	82,1%
CSI [3]	-	92,52%	69,07%

Как можно заметить из таблицы 4 на наборе данных IEMOCAP лучше всего себя показал DisVoice+SVM [15], на наборе данных Emo-DB самую высокую точность продемонстрировала CapsNet [24], а на наборе данных RAVDESS – DisVoice+SVM [15]. Больше всего лучших результатов показала DisVoice+SVM [15]. Лучшую среднюю Ассигасу продемонстрировал DisVoice + SVM (80,8%).

Таким образом, в ходе анализа статей было установлено, что:

1. Большинство моделей и подходов основаны на глубоком обучении;
2. Существует мало работ, посвященных другим невербальным признакам, таким как, походке, позе, жестам рук и другим;
4. Большая часть существующих моделей и подходов для определения ПЭС человека не приспособлены к работе в естественных условиях;
5. Существует мало исследований, в которых для используют одновременно несколько невербальных признаков.

Также по результатам сравнения точности работы различных методов и подходов можно заметить, что лучше всего себя проявили CMCNN и DisVoice + SVM с лучшими средними Ассигасу по различным набора данных. Далее они будут использованы для сравнения с разрабатываемым методом.

РАЗРАБАТЫВАЕМЫЙ МЕТОД

В ходе проведения исследования, был разработан следующий метод - метамодель на основе блендинга результатов работы нейронной модели CMCNN и метода DisVoice + SVM.

Функцию гипотезы разработанного метода можно представить следующей формулой (1):

$$a(x) = 0.5 \times b_1(x) + 0.5 \times b_2(x), \quad (1)$$

где $a(x)$ – функция гипотезы собственного метода, $\mathbb{R}^8$;

$b_1(x)$ – функция гипотезы CMCNN, $\mathbb{R}^8$;

$b_2(x)$ – функция гипотезы DisVoice + SVM, $\mathbb{R}^8$.

То есть результатом работы разработанного метода является среднее арифметическое результатов работы CMCNN и DisVoice + SVM.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ НАБОР ДАННЫХ

Для обучения и оценки данного метода был использован набор данных The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS) [18].

RAVDESS содержит всего 7356 файлов общим размером 24,8 Гб. Эти файлы содержат вокализированные лексически одинаковые утверждения в нейтральном североамериканском акценте и песни, произведенные 24 профессиональными актерами с различной отыгрываемой эмоцией (нейтральная эмоция, счастье, грусть, злость, страх, удивление, отвращение). Для песен набор эмоций меньше: нейтральная эмоция, счастье, грусть, злость и страх. При этом каждая отыгранная эмоция варьируется по интенсивности: обычная или сильная.

Пример данных из RAVDESS представлен на Рисунке 4, взятого из [18].

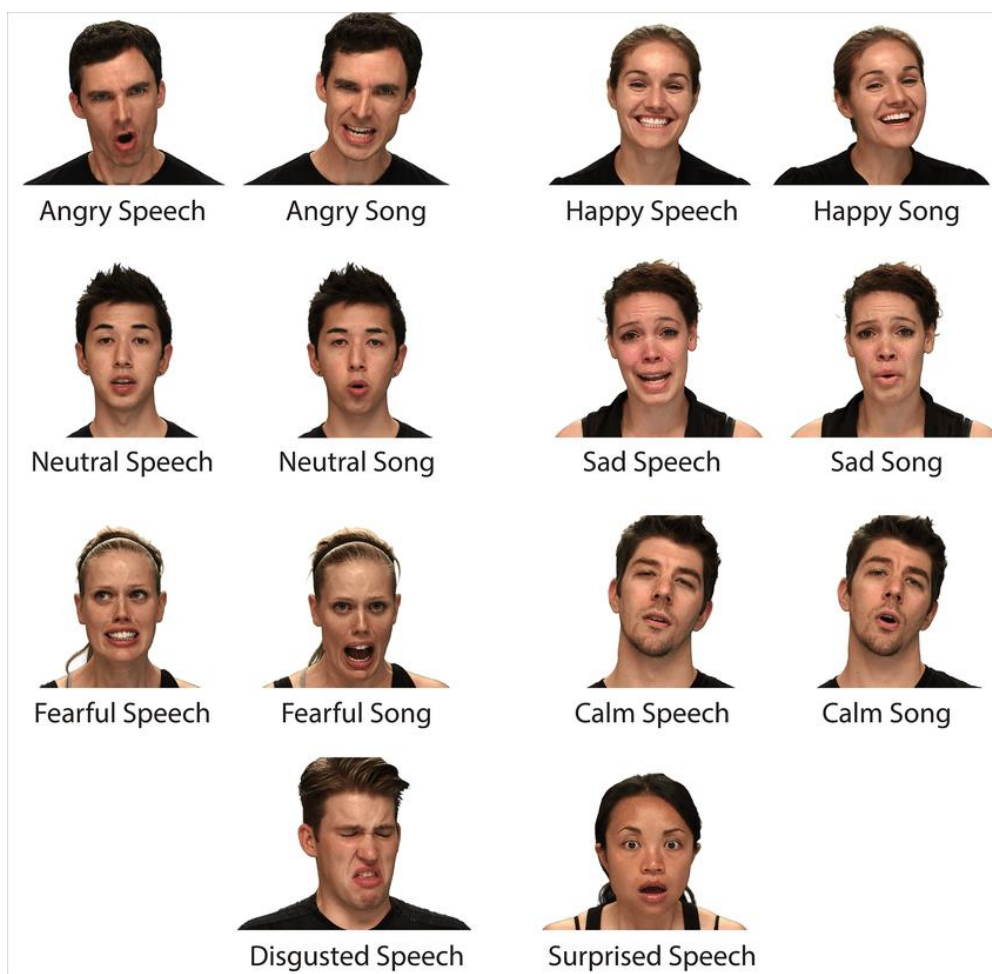


Рис. 4. Пример данных из RAVDESS
Fig. 4. RAVDESS data example

Все данные внутри набора представлены в трёх форматах: только аудио (16 бит, 48 кГц, .wav), аудио и видео (720p H.264, AAC 48 кГц, .mp4), только видео (без звука).

Вся информация о каждой попытке воспроизведения эмоции содержится в названии самого файла в виде числовых идентификаторов, например, “02-01-06-01-02-01-12.mp4”, что означает по порядку появления в строке:

- Модальность (01 – звук и видео, 02 – только видео, 03 – только звук)
- Тип (01 – речь, 02 – песня)
- Эмоция (01 – нейтральная, 02 – спокойствие, 03 – счастье, 04 – грусть, 05 – злость, 06 – страх, 07 – отвращение, 08 – удивление)
- Интенсивность (01 – обычная, 02 – сильная)

- Утверждение (01 – “Kids are talking by the door”, 02 – “Dogs are sitting by the door”)
- Попытка (01 – первая попытка, 02 – вторая)
- Актер (01-24, где нечетное число обозначает мужской пол, а четное женский)

Так как проявление эмоции при исполнении песни и вокализации утверждения может сильно различаться, в данном эксперименте будет использовано подмножество набора данных RAVDESS только с произнесением утверждений, тогда количество используемых файлов при эксперименте 4320 файлов. Набор данных находится в публичном доступе по адресу [18].

Необходимо отметить, что существует риск влияния гипертрофированности эмоций актеров, что может сказаться на точности. Однако данный способ позволяет точно определить какая эмоция отображена человеком, в отличие от естественных ситуаций, где человек может демонстрировать смешанные эмоциональные отклики.

Также данный набор данных прошёл серию оценочных экспериментов точности воспроизведенных эмоций, в которых приняли участие 247 студентов-добровольцев с разным уровнем и направления образования, в том числе в области актерского искусства. Им были предложены видео и аудио фрагменты, для которых они должны были определить, что за эмоция отображена, а также её интенсивность и искренность. В результате была получена средняя точность 73% для собранного набора данных.

СРАВНЕНИЕ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО МЕТОДА С ДРУГИМИ МЕТОДАМИ ОПЭСЧ

Для сравнение разрабатываемого метода была предложена следующая схема, представленная на рисунке 5.

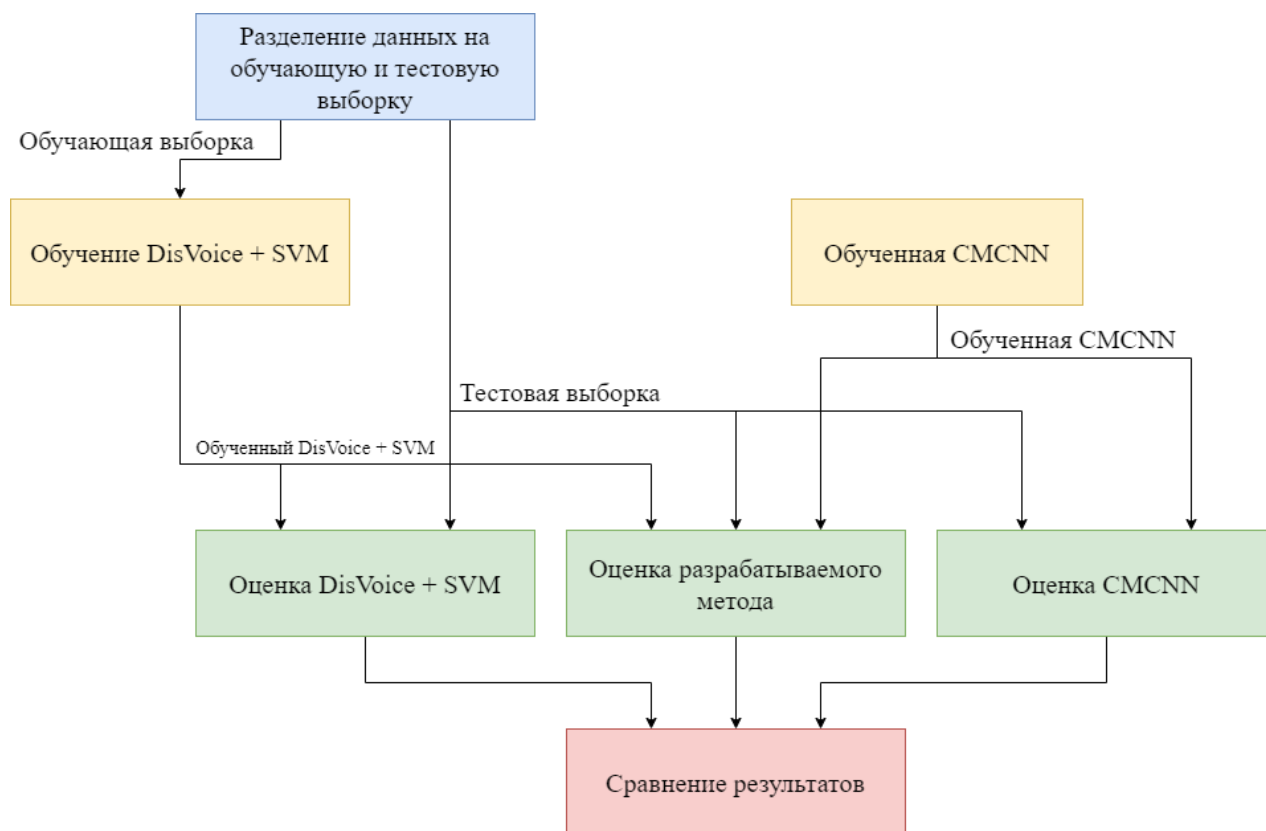


Рис. 5. Общая схема алгоритма проведения эксперимента

Fig. 5. General experiment scheme

В ходе работы было выполнено несколько итераций испытаний для получения средних оценок точности методов.

Результаты сравнения собраны в таблице 5.

Таблица 5

Результаты испытаний

Table 5

Test results

№	CMCNN, Accuracy	DisVoice + SVM, Accuracy	Собственный метод, Accuracy	CMCNN, средняя Accuracy	DisVoice + SVM, средняя Accuracy	Собственный метод, средняя Accuracy
1	62,0%	67,1%	62,5%	61,72%	65,5%	62,02%
2	61,0%	65,2%	61,5%			
3	63,2%	63,7%	63,0%			
4	62,0%	65,5%	61,9%			
5	60,0%	66,0%	61,2%			

Исходя из результатов таблицы можно увидеть, что собственный метод позволил улучшить точность CMCNN в большинстве случаев, но он при этом в каждом испытании Accuracy собственного метода была меньше, чем у DisVoice + SVM. Поэтому средняя Accuracy собственного метода выше, чем у CMCNN, но меньше, чем у DisVoice + SVM.

Разрабатываемый метод считает среднее арифметическое результатов работы нейронной модели CMCNN и метода DisVoice + SVM, поэтому верхний порог результата работы разрабатываемого метода зависит от точности работы менее точного.

В качестве решения данной проблемы можно:

1. Улучшить меньший по точности метод;
2. Использовать среднее взвешенное вместо среднего арифметического, назначая менее точному методу меньший вес.

Также можно разработать более сложную модель на основе глубокого машинного обучения, поскольку среднеарифметическое, так же, как и средневзвешенное, не способно выявить взаимосвязь выражения эмоций по лицу и по голосу.

В качестве более сложной модели можно предложить модели по типу multi-task, как например CMCNN, определяющая взаимосвязи между извлеченными параметрами выражений лица и лицевых точек.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе был разработан метод определения ПЭС человека, использующий голос и выражение лица человека в качестве невербальных признаков. В ходе литературного обзора и анализа существующих методов были определены лучшие методы и подходы по голосу или выражению лица человека. На основе сравнения разработанного метода с лучшими методами было установлено, что разработанный метод позволил улучшить точность CMCNN в большинстве случаев, но он при этом в каждом испытании Accuracy собственного метода была меньше, чем у DisVoice + SVM.

Таким образом, для увеличения точности разработанного подхода и получения более достоверных результатов целесообразно:

1. Использовать среднее взвешенное, назначая меньший вес менее точному методу, вместо среднеарифметического;
2. Разработать более сложную модель, способную выявить взаимосвязи между характеристиками изображения лица и голоса.

Список литературы

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения в Российской Федерации. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения: 21.12.2021).

2. Fei Z., Yang E., Yu L., Li X., Zhou H., Zhou W. A Novel deep neural network-based emotion analysis system for automatic detection of mild cognitive impairment in the elderly // *Neurocomputing*. 2022. Том 468. С. 306-316.
3. Abdulmohsin H.A., Wahab H.B.A., Hossen A.M.J.A. A novel classification method with cubic spline interpolation // *Intelligent Automation and Soft Computing*. Том 31. – 2022. - №1. – С. 339-355.
4. Fei Z., Yang E., Li D.D.-U., Butler S., Ijomah W., Li X., Zhou H. Deep convolution network based emotion analysis towards mental health care // *Neurocomputing*. 2020. Том 388. С. 212-227.
5. Almeida J., Vilaça L., Teixeira I.N., Viana P. Emotion identification in movies through facial expression recognition // *Applied Sciences (Switzerland)*. 2021. Том 11. №15.
6. Tu G., Wen J., Liu H., Chen S., Zheng L., Jiang D. Exploration meets exploitation: Multitask learning for emotion recognition based on discrete and dimensional models [Formula presented] // *Knowledge-Based Systems*. 2022. Том 235.
7. GBD Result Tool search result for depression in Russian Federation. URL: <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool?params=gbd-api-2019-permalink/4ba5e9f86007614b6cc22ce8b7d41f7f> (дата обращения: 21.12.2021)
8. Gan C., Xiao J., Wang Z., Zhang Z., Zhu Q. Facial expression recognition using densely connected convolutional neural network and hierarchical spatial attention // *Image and Vision Computing*. Том 117. – 2022.
9. He L., Jiang D., Sahli H. Automatic Depression Analysis Using Dynamic Facial Appearance Descriptor and Dirichlet Process Fisher Encoding // *IEEE Transactions on Multimedia*. 2019. Том 21. №6. С. 1476-1486.
10. Li J., Qin D. The mutation seagull algorithm optimizes the speech emotion recognition of BP neural network // *ACM International Conference Proceeding Series*. 2021. С. 160-164.
11. Lyu L., Zhang Y., Chi M.-Y., Yang F., Zhang S.-G., Liu P., Lu W.-G. Spontaneous facial expression database of learners' academic emotions in online learning with hand occlusion // *Computers and Electrical Engineering*. Том 97. – 2022.
12. Mehrabian A. *Nonverbal Communication*. New York, 1972. 235 с.
13. Nair P., Subha V., Aneesh R. Non Verbal Behaviour Analysis for Distress Detection Using Texture Analysis // 2018 International CET Conference on Control, Communication, and Computing, IC4 2018. 2018. С. 239-244.
14. Pandey S.K., Shekhawat H.S., Prasanna S.R.M. Attention gated tensor neural network architectures for speech emotion recognition // *Biomedical Signal Processing and Control*. 2022. Том 71.
15. Parra-Gallego L.F., Orozco-Arroyave J.R. Classification of emotions and evaluation of customer satisfaction from speech in real world acoustic environments // *Digital Signal Processing: A Review Journal*. Том 120. – 2022.
16. Prabhu K., SathishKumar S., Sivachitra M., Dineshkumar S., Sathiyabama P. Facial expression recognition using enhanced convolution neural network with attention mechanism // *Computer Systems Science and Engineering*. Том 41. – 2022. - №1. – С. 415-426.
17. Shahin I., Hindawi N., Nassif A.B., Alhudhaif A., Polat K. Novel dual-channel long short-term memory compressed capsule networks for emotion recognition // *Expert Systems with Applications*. Том 188. – 2022.
18. Steven R. Livingstone, Frank A. Russo. The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English // *PLoS ONE*. Том 13. – 2018. - №5.
19. Andersson H.W., Lilleeng S.E., Ruud T., Ose S.O Suicidal ideation in patients with mental illness and concurrent substance use: analyses of national census data in Norway /. // *BMC Psychiatry*. 2022. Том 22. №1.
20. Sun X., Su K., Fan C. VFL—A deep learning-based framework for classifying walking gaits into emotions // *Neurocomputing*. Том 473. – 2022. – С. 1-13.
21. Kosendiak A., Król M., Ścisłalska M., Kepinska M. The Changes in Stress Coping, Alcohol Use, Cigarette Smoking and Physical Activity during COVID-19 Related Lockdown in Medical Students in Poland // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Том 19. №17.
22. The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS). 2018. URL: <https://zenodo.org/record/1188976> (дата обращения: 25.04.2022)
23. Thirumuru R., Gurugubelli K., Vuppala A.K. Novel feature representation using single frequency filtering and nonlinear energy operator for speech emotion recognition // *Digital Signal Processing: A Review Journal*. Том 120. – 2022.
24. Van L.T., Nguyen Q.H., Le T.D.T. Emotion recognition with capsule neural network // *Computer Systems Science and Engineering*. Том 41. – 2022. - №3. – С. 1083-1098.
25. Varun Chand H., Karthikeyan J. Cnn based driver drowsiness detection system using emotion analysis // *Intelligent Automation and Soft Computing*. 2022. Том 31. №2. С. 717-728.

26. World Health Organization about depression. 2021. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression> (дата обращения: 21.12.2021).

27. Yu W., Xu H. Co-attentive multi-task convolutional neural network for facial expression recognition // Pattern Recognition. Том 123. – 2022.

28. Zhu Q., Mao Q., Jia H., Noi O.E.N., Tu J. Relation network for facial expression recognition in the wild with few-shot learning Convolutional // Expert Systems with Applications. Том 189. – 2022.

References

1. Information about road safety situation in Russian Federation. URL: <http://stat.gibdd.ru> (request date: 21.12.2021).

2. Fei Z., Yang E., Yu L., Li X., Zhou H., Zhou W. A Novel deep neural network-based emotion analysis system for automatic detection of mild cognitive impairment in the elderly // Neurocomputing. 2022. Том 468. C. 306-316.

3. Abdulmohsin H.A., Wahab H.B.A., Hossen A.M.J.A. A novel classification method with cubic spline interpolation // Intelligent Automation and Soft Computing. Том 31. – 2022. - №1. – C. 339-355.

4. Fei Z., Yang E., Li D.D.-U., Butler S., Ijomah W., Li X., Zhou H. Deep convolution network based emotion analysis towards mental health care // Neurocomputing. 2020. Том 388. C. 212-227.

5. Almeida J., Vilaça L., Teixeira I.N., Viana P. Emotion identification in movies through facial expression recognition // Applied Sciences (Switzerland). 2021. Том 11. №15.

6. Tu G., Wen J., Liu H., Chen S., Zheng L., Jiang D. Exploration meets exploitation: Multitask learning for emotion recognition based on discrete and dimensional models[Formula presented] // Knowledge-Based Systems. 2022. Том 235.

7. GBD Result Tool search result for depression in Russian Federation. URL: <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool?params=gbd-api-2019-permalink/4ba5e9f86007614b6cc22ce8b7d41f7f> (дата обращения: 21.12.2021)

8. Gan C., Xiao J., Wang Z., Zhang Z., Zhu Q. Facial expression recognition using densely connected convolutional neural network and hierarchical spatial attention // Image and Vision Computing. Том 117. – 2022.

9. He L., Jiang D., Sahli H. Automatic Depression Analysis Using Dynamic Facial Appearance Descriptor and Dirichlet Process Fisher Encoding // IEEE Transactions on Multimedia. 2019. Том 21. №6. C. 1476-1486.

10. Li J., Qin D. The mutation seagull algorithm optimizes the speech emotion recognition of BP neural network // ACM International Conference Proceeding Series. 2021. C. 160-164.

11. Lyu L., Zhang Y., Chi M.-Y., Yang F., Zhang S.-G., Liu P., Lu W.-G. Spontaneous facial expression database of learners' academic emotions in online learning with hand occlusion // Computers and Electrical Engineering. Том 97. – 2022.

12. Mehrabian A. Nonverbal Communication. New York, 1972. 235 с.

13. Nair P., Subha V., Aneesh R. Non Verbal Behaviour Analysis for Distress Detection Using Texture Analysis // 2018 International CET Conference on Control, Communication, and Computing, IC4 2018. 2018. C. 239-244.

14. Pandey S.K., Shekhawat H.S., Prasanna S.R.M. Attention gated tensor neural network architectures for speech emotion recognition // Biomedical Signal Processing and Control. 2022. Том 71.

15. Parra-Gallego L.F., Orozco-Arroyave J.R. Classification of emotions and evaluation of customer satisfaction from speech in real world acoustic environments // Digital Signal Processing: A Review Journal. Том 120. – 2022.

16. Prabhu K., SathishKumar S., Sivachitra M., Dineshkumar S., Sathiyabama P. Facial expression recognition using enhanced convolution neural network with attention mechanism // Computer Systems Science and Engineering. Том 41. – 2022. - №1. – C. 415-426.

17. Shahin I., Hindawi N., Nassif A.B., Alhudhaif A., Polat K. Novel dual-channel long short-term memory compressed capsule networks for emotion recognition // Expert Systems with Applications. Том 188. – 2022.

18. Steven R. Livingstone, Frank A. Russo. The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English // PLoS ONE. Том 13. – 2018. - №5.

19. Andersson H.W., Lilleeng S.E., Ruud T., Ose S.O. Suicidal ideation in patients with mental illness and concurrent substance use: analyses of national census data in Norway // BMC Psychiatry. 2022. Том 22. №1.

20. Sun X., Su K., Fan C. VFL—A deep learning-based framework for classifying walking gaits into emotions // Neurocomputing. Том 473. – 2022. – C. 1-13.

21. Kosendiak A., Król M., Ściskalska M., Kepinska M. The Changes in Stress Coping, Alcohol Use, Cigarette Smoking and Physical Activity during COVID-19 Related Lockdown in Medical Students in Poland // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. Том 19. №17.
22. The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS). 2018. URL: <https://zenodo.org/record/1188976> (дата обращения: 25.04.2022)
23. Thirumuru R., Gurugubelli K., Vuppala A.K. Novel feature representation using single frequency filtering and nonlinear energy operator for speech emotion recognition // Digital Signal Processing: A Review Journal. Том 120. – 2022.
24. Van L.T., Nguyen Q.H., Le T.D.T. Emotion recognition with capsule neural network // Computer Systems Science and Engineering. Том 41. – 2022. - №3. – С. 1083-1098.
25. Varun Chand H., Karthikeyan J. Cnn based driver drowsiness detection system using emotion analysis // Intelligent Automation and Soft Computing. 2022. Том 31. №2. С. 717-728
26. World Health Organization about depression. 2021. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression> (дата обращения: 21.12.2021).
27. Yu W., Xu H. Co-attentive multi-task convolutional neural network for facial expression recognition // Pattern Recognition. Том 123. – 2022.
28. Relation network for facial expression recognition in the wild with few-shot learning / Zhu Q., Mao Q., Jia H., Noi O.E.N., Tu J. Convolutional // Expert Systems with Applications. Том 189. – 2022.

Демин Олег Дмитриевич, студент 2-го курса магистратуры, инженер Национального центра когнитивных разработок Университета ИТМО

Лаптев Андрей Александрович, аспирант, инженер Национального центра когнитивных разработок Университета ИТМО

Demin Oleg Dmitrievich, 2nd year Master's student, engineer at National Center for Cognitive Research of ITMO University
Laptev Andrey Aleksandrovich, PhD student, engineer at National Center for Cognitive Research of ITMO University

УДК 004.94

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-6

Жихарев А.Г.¹
Баскакова В.В.²

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ДЕЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

¹) Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, Белгород, 308012, Россия

²) Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. победы, 85, Белгород, 308015, Россия

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматривается проблема повышения эффективности производственной деятельности предприятия, являющаяся одной из основных проблем экономики. Оптимальным решением для повышения экономической эффективности предприятия в целом должен стать прогресс в области производства. Но поскольку любая организация является лишь неотъемлемой частью экономики в национальном масштабе, для решения проблемы в национальном масштабе необходимо радикально повысить эффективность всего общественного производства страны. Для создания эффективного производственного комплекса необходимо разработать систему планирования и прогнозирования производственной деятельности.

Ключевые слова: эффективность процессов; бизнес-процессы; математическое моделирование; информационные системы

Для цитирования: Жихарев А.Г., Баскакова В.В. Подходы к оценке эффективности организационно-деловых процессов, организационной системы // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №3, 2022. – С. 57-62. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-6

Zhikharev A.G.¹
Baskakova V.V.²

APPROACHES TO ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF ORGANIZATIONAL AND BUSINESS PROCESSES, ORGANIZATIONAL SYSTEM

¹) Belgorod state technological university named after V.G. Shukhov, 46 Kostyukova street, Belgorod, 308012, Russian Federation

²) Belgorod state university, 85 Pobedy street, Belgorod, 308015, Russian Federation

e-mail: zhikharev@bsu.edu.ru

Abstract

The article deals with the problem of increasing the efficiency of the production activity of an enterprise, which is one of the main problems of the economy. The optimal solution for increasing the economic efficiency of the enterprise as a whole should be progress in the field of production. But since any organization is only an integral part of the economy on a national scale, in order to solve the problem on a national scale, it is necessary to radically increase the efficiency of the entire social production of the country. To create an efficient production complex, it is necessary to develop a system for planning and forecasting production activities.

Keywords: process efficiency; business processes; mathematical modeling; information systems

For citation: Zhikharev A.G., Baskakova V.V. Approaches to assessing the effectiveness of organizational and business processes, organizational system // Research result. Information technologies. – Т.7, №3, 2022. – P. 57-62. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-6

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность (результативность) является отношением результата (эффекта) и затрат. Эффект может оказаться положительным, если результат приближается к идеальному состоянию, удовлетворяет целевую функцию и соответствует системе ограничений.

Оценка эффективности информационных систем основывается на определении, выборе критериев для рассмотрения и оценки системы по этим качествам. Набор критериев может зависеть от сферы деятельности организации, характеристики проектов и состава системы.

Одна из методологий качественной оценки эффективности основана на экспертной оценке критических факторов успеха, выполнение которых необходимо для успешной реализации проекта.

Способы повышения эффективности производства - набор конкретных мер по повышению эффективности производства в определенных областях. Основные пути повышения эффективности производства: снижение трудоемкости и повышение производительности труда, снижение материального потребления продукции и рациональное использование природных ресурсов, снижение капиталоемкости продукции и увеличение инвестиционной активности предприятий.

Факторы повышения эффективности производства должны учитываться по основным направлениям развития и прогресса, учитывая при этом основные экономические показатели [3]. Данные направления должны включать в себя меры, по экономическим, социальным, организационным и другим аспектам деятельности предприятия, благодаря которым происходит экономия затрат и повышения качества.

Система показателей для оценки эффективности управления бизнес-процессами промышленного предприятия, состоящая из пяти групп, приведена на рисунке.



Рис. Система показателей для оценки эффективности управления бизнес-процессами предприятия
Scorecard for evaluating the effectiveness of enterprise business process management

Рассмотрим подробнее формирование показателей в каждой группе.

Группа показателей бизнес-процессов. Для решения задачи оценки эффективности бизнес-процессов необходимо определить: объект оценки (операция, подпроцесс, процесс в целом); критерии оценки эффективности процесса; способ измерения и сравнения показателей эффективности процесса с критериями эффективности. Процессная ориентация позволяет выделять такие показатели, как стоимость процесса, длительность (время) процесса, качество выхода (конечного результата) процесса, качество и содержание промежуточных результатов (по операциям), сложность (или фрагментарность), компактность и согласованность схемы БП, эффективность управления БП и т.д.

Рассмотрим ряд проблем выбора и применения методики моделирования процессов:

1. Ограниченный бюджет компании. Для реализации процесса моделирования важно приобрести программное обеспечение. При этом каждый инструмент моделирования поддерживает большое количество нотаций. Поэтому, выбор стандарта моделирования

обуславливается определением программного обеспечения, который в свою очередь ограничивается бюджетом.

2. Потребность в квалифицированных специалистах аналитиках, которые могут эффективно работать с приобретаемым программным продуктом и знающими определенные нотации.

3. Комплекс поставленных задач какой-либо методики моделирования включает участие практически всех сотрудников.

Моделирование является одним из методов исследования систем, при котором взаимосвязанные объекты и их функционирование отображаются с помощью формул, таблиц, графиков, числовых закономерностей и т.д. Метод моделирования основывается на принципе аналогии. Модель должна отображать наиболее существенные свойства объекта или процесса оригинала.

Современные технологии моделирования БП базируются на следующих основных принципах:

1) Интеграция моделей различных видов, например, DFD-технология [4, 5] (интегрирующая диаграммы DFD, CFD, ERD, STD и спецификации процессов в различных нотациях), схема Захмана [6] и развивающая ее модель «3D-предприятие» [7], онтологическая модель Бунге-Ванда-Вебера [8] и др.

2) «Трансляция» статических моделей в динамические (прежде всего, в сети Петри [9, 10]), в качестве примеров коммерческих реализаций можно привести продукты Design/IDEF–Design/CPN, реализующие переход от IDEF0 к сети Петри, а также продукты CPN-AMI и INCOME, реализующие переход от DFD к сети Петри.

3) «Трансляция» моделей простейших видов в более «развитые», в частности, переход от IDEF0 или DFD к смешанному графу [3]. Среди формализованных технологий построения «правильной» модели следует отметить метод нормализации ERD с использованием нормальных форм Кодда [11], заключающейся в преобразовании схемы к наиболее простой 3НФ.

МЕТОДЫ

Приведем примеры наиболее популярных инструментов имитационного моделирования процессов:

1. ARIS — подойдет продвинутым и начинающим пользователям. Включает также средства оценки и оптимизации стоимости БП, инструменты для внедрения ERP-систем, для контроля выполнения.

2. ELMA — система, базирующаяся на создании модели через наглядные диаграммы, нотации BPMN. К слову, нотацией называют набор знаков для графического моделирования бизнес-процессов. AllFusion Process Modeler — система, с помощью которой можно делать описание, анализ, моделирование. Включает стандартные методологии: IDEF0, DFD и др.

3. UFOModeler — инновационное программное обеспечение для имитации производственно-технологических и организационно-деловых процессов на основе оригинального системно-объектного подхода «Узел-Функция-Объект».

4. AnyLogic — поддерживает три подхода к созданию имитационных моделей: процессно-ориентированный (дискретнособытийный), системно-динамический и агентный, а также любую их комбинацию. Графический интерфейс AnyLogic, инструменты и библиотеки позволяют быстро создавать модели для широкого спектра задач — от моделирования производства, логистики, бизнес-процессов до стратегических моделей развития компании и рынков. AnyLogic стал корпоративным стандартом на бизнес-моделирование во многих транснациональных компаниях, широко используется в образовании [5].

5. Arena — система дискретного моделирования. Сфера основных приложений системы — имитационное моделирование производственных технологических процессов и операций, оптимизация обслуживания клиентов в различных отраслях. Arena снабжена удобным объектно-

ориентированным интерфейсом и обладает возможностями адаптации к различным предметным областям.

6. AutoMod — предназначена для моделирования систем логистики и производства. Программное обеспечение разработано для детального анализа операций и потоков. Гибкая архитектура AutoMod позволяет использовать ее в широком диапазоне прикладных областей, от аэропортов до промышленности полупроводников.

7. Deneb / Quest — трехмерная среда для имитации и анализа поточных процессов. Это гибкая объектно-ориентированная среда имитации дискретных процессов, соединенная с визуализацией и системой импорта/экспорта моделей. Производственники, технологи и менеджеры могут разработать и проверить варианты потоков на имитационных моделях.

8. ExtendSim — инструмент имитационного моделирования. ExtendSim — мультисистемная окружающая среда. Позволяет моделировать непрерывные, дискретно-событийные, основанные на агентах, линейные, нелинейные и смешанного типа процессы.

9. Enterprise Dynamics — программная платформа для бизнес-моделирования, позволяющая анализировать и оптимизировать текущее и будущее поведение системы или инфраструктуры, обнаруживать узкие места, оценивать возможности и распределение персонала, прогнозировать развитие событий. Разработчик: INCONTROL Simulation Solutions, Голландия. Сайт: www.incontrolsim.com.

10. GPSS World — это универсальная система имитационного моделирования, охватывающая весь цикл имитационных исследований, от постановки задачи до документирования результатов. Основные особенности системы: высокий уровень интерактивности при проведении исследования, упрощение разработки моделей и проведения исследований, большой объем текстовой документации и оперативных подсказок.

11. OpenMVLShell — открытая среда для моделирования сложных динамических систем (аналогичная OpenModelica). Среда представляет собой набор модулей, связанных с решением математических задач, возникающих при моделировании многокомпонентных сложных динамических систем. Пользователь может заменить существующий компонент, не меняя остальных, и проверить правильность и эффективность предлагаемых собственных решений.

12. SLX — язык моделирования общего назначения. Обеспечивает большую гибкость моделей и их расширяемость. Большие скорости выполнения даже при загрузке сложной, комплексной модели. SLX предлагает многоуровневое приближение к реальной системе при создании имитационной модели. Разработчик моделей может выбирать различные уровни программирования деталей, что позволяет построить наиболее функциональный язык моделирования. Девиз разработчика: «SLX дает инструменты. Все, что требуется от вас — это ваше воображение». Ядро SLX обеспечивает строительные блоки, а расширяемый механизм позволяет осуществлять более простой переход к более высоким уровням моделирования.

13. Vensim — используется для того, чтобы создавать и анализировать высококачественные динамические модели обратной связи. Обладает широкими возможностями для построения крупных и сложных моделей. Модели строятся графически или в текстовом редакторе. Особенности: наличие динамических функций, множества, анализ чувствительности Монте-Карло, оптимизация, обработка данных, прикладные интерфейсы.

14. Witness — пакет моделирования производственных систем и бизнес-процессов. Применяется для: анализа входных данных и результатов экспериментальных данных; выявления правил и структуры данных; повышения точности моделей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема повышения эффективности производственной деятельности предприятия является одной из основных проблем экономики. Оптимальным решением для увеличения экономической эффективности предприятия в целом должен стать прогресс в области производства. Но так как любая организация является лишь составной частью экономики в масштабах страны, то для

решения проблемы в государственных масштабах необходимо кардинальное увеличение эффективности всего общественного производства страны. Для создания действенного производственного комплекса следует разработать систему планирования и прогнозирования производственной деятельности.

Важнейшее направление развития информационных технологий в бизнесе – рациональное распределение и использование производственных, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсов, оптимизация инвестиций, интегрирование существующих локальных решений в единое целое. Для решения этих вопросов необходимо комплексное обследование коммерческого предприятия, проведение анализа структуры, функций существующей информационной среды с использованием современных инструментов функционального и информационного моделирования. Это обусловлено тем, что рост информированности сводит к минимуму неопределенность в принятии решений и повышению эффективности экономики.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России, государственное задание № 0657-2020-0009.

Список литературы

1. Лытнева Н.А., Парушина Н.В., Федотов А.М. Современные подходы к анализу эффективности производства продукции в управлении промышленным предприятием // Научный результат. Экономические исследования. 2017. №3.
2. Кабанов В.Ф. С Информационные технологии имитационного моделирования в профессиональной деятельности: учебн. пособие для студ. Саратовского гос. ун-та. Саратов, 2015. 68 с.
3. Ракульцева Н.Г. Применение методов имитационного моделирования для реализации проектов по повышению эффективности управления комбинатом питания в вузе // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2017. Том 16. № 1. С. 144–164
4. Сурыгина И. Ю. Эффективность использования информационных систем управления бизнес-проектами // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2008. №S1.
5. Шаранов И. М. Имитационное моделирование управленческих процессов в производственных системах // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. 2011. Вып. 18. С. 5–10.
6. Плотников А. М. Анализ современного состояния и тенденции развития имитационного моделирования в Российской Федерации (по материалам конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД)) // Труды СПИИРАН. СПб., 2013. Вып. 2 (25). С. 42–112.
7. Петрова Е. С. Имитационное моделирование бизнес-процессов предприятия: информационное обеспечение, современное состояние и перспективы развития // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. –№ 4 (24). С. 75–87.
8. Бабина О.И. Обзор имитационных моделей в планировании на предприятии // Фундаментальные исследования. 2015. № 12-6. С. 1173-1178.

References

1. Lytneva N.A., Parushina N.V., Fedotov A.M. Modern approaches to the analysis of the efficiency of production in the management of an industrial enterprise // Scientific result. Economic research. 2017. №3.
2. Kabanov V.F. С Information technologies of simulation modeling in professional activity: textbook. allowance for students. Saratov state. university Saratov, 2015. 68 p.
3. Rakultseva N.G. Application of simulation methods for the implementation of projects to improve the efficiency of management of the food plant in the university // Vestnik UrFU. Series economics and management. 2017. Volume 16. No. 1. P. 144–164
4. Surygina I. Yu. Efficiency of using information systems for managing business projects // Electrotechnical and information complexes and systems. 2008. No. S1.
5. Sharanov I. M. Simulation of management processes in production systems // Bulletin of the Volga University. V. N. Tatishcheva. 2011. Issue. 18. P. 5–10.

6. Plotnikov A. M. Analysis of the current state and trends in the development of simulation modeling in the Russian Federation (based on the materials of the conference "Simulation Modeling. Theory and Practice" (IMMOD)) // Proceedings of SPIIRAS. SPb., 2013. Issue. 2 (25). pp. 42–112.

7. Petrova E. S. Simulation modeling of enterprise business processes: information support, current state and development prospects // Models, systems, networks in economics, technology, nature and society. 2017. – No 4 (24). pp. 75–87.

8. Babina O.I. Overview of simulation models in planning at the enterprise // Fundamental research. 2015. No. 12-6. pp. 1173-1178.

Жихарев Александр Геннадиевич, доцент кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем, кандидат технических наук, доцент

Баскакова Валентина Валерьевна, аспирант кафедры информационных и робототехнических систем

Zhikharev Alexander Gennadievich, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Automated Systems Software, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Baskakova Valentina Valerevna, postgraduate student of the Department of Information and Robotic Systems

УДК 005

DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-7

Ремизова А.А.
Самигулин Т.Р.

ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ АНАЛИТИКА: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БИЗНЕСА

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Кронверкский пр., д. 49, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия

e-mail: alinaremizova@mail.ru, timursamigulin98@gmail.com

Аннотация

Цифровая трансформация захватывает все больше сфер повседневной жизни. Цифровизация бизнеса уже стала чем-то большим, чем просто внедрение современного оборудования, в первую очередь, это трансформация системы управления предприятием. Компании все чаще пересматривают свои стратегии развития, чтобы сфокусироваться на персонализации предложений и повышении лояльности клиентов. В настоящее время существует достаточно большое число программных инструментов поведенческого анализа. Каждое из них индивидуально и может быть успешно использовано для определенного вида данных или запросов компании. В данной статье будут рассмотрены существующие инструменты поведенческого анализа, их преимущества и недостатки сравнены различные методы как на мировом рынке, так и российском. Проведенный анализ показал, что каждый из этих инструментов не лишен недостатков – нет универсального программного средства для решения всех видов возникающих задач.

Ключевые слова: цифровая трансформация; предиктивная аналитика; описательная аналитика; диагностическая аналитика; предписывающая аналитика

Для цитирования: Ремизова А.А., Самигулин Т.Р. Поведенческая аналитика: анализ современного состояния и ее применение для решения задач бизнеса // Научный результат. Информационные технологии. – Т.7, №3, 2022. – С. 63-73. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-7

Remizova A.A.
Samigulin T.R.

BEHAVIORAL ANALYTICS: ANALYSIS OF THE CURRENT STATE AND ITS APPLICATION IN SOLVING BUSINESS PROBLEMS

Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, 49 Kronverkskiy prospekt, St. Petersburg, 197101, Russia

e-mail: alinaremizova@mail.ru, timursamigulin98@gmail.com

Abstract

Digital transformation is taking over more and more areas of everyday life. Business digitalization has already become something more than just the introduction of modern equipment, first of all, it is the transformation of the enterprise management system. Companies are increasingly rethinking their development strategies to focus on personalizing offers and increasing customer loyalty. Currently, there are a fairly large number of software tools for behavioral analysis. Each of them is individual and can be successfully used for a certain type of data or company requests. This article will consider the existing tools for behavioral analysis, their advantages, and disadvantages, and compare various methods both in the global market and in the Russian. The analysis showed that each of these tools is not without drawbacks - there is no universal software tool for solving all kinds of emerging problems.

Keywords: digital information; predictive analytics; descriptive analytics; diagnostic analytics; prescriptive analytics

For citation: Remizova A.A., Samigulin T.R. Behavioral analytics: analysis of the current state and its application in solving business problems // Research result. Information technologies. – Т.7, №3, 2022. – P. 63-73. DOI: 10.18413/2518-1092-2022-7-3-0-7

1. ВВЕДЕНИЕ

Уже сейчас большинство компаний называет информацию своим ключевым активом, но без должной обработки ее сбор не приносит выгоды компаниям. Неправильное управление информацией обесценивает все усилия и затраты по ее сбору и хранению [16]. На сегодняшний день поведенческая аналитика используется для понимания происходящих в бизнесе процессов, для достижения конкретных результатов: повышение продаж, увеличение лояльности клиентов и т. д. [1].

Одним из неотъемлемых аспектов цифровой трансформации является аналитика для понимания данных на более глубоком уровне. Анализ данных – процесс поиска системных, значимых закономерностей в информационных массивах, а также интерпретация полученных сведений для оптимизации какой-либо деятельности [21]. Внедрение аналитики данных в любое производство – длительный, итерационный процесс, требующий усилий и профессиональных специалистов. К наиболее активно внедряющим аналитику больших данных можно отнести области [14]:

- рекламы;
- компьютерной безопасности;
- промышленности;
- банковского сектора;
- медицину.

Построение аналитических отчетов позволяет охватить все ветви распространения бизнеса и принять эффективные решения, поддержанные моделями, построенные аналитиками. Одной из составных частей бизнес-аналитики является так называемая поведенческая аналитика. Она помогает определять модель поведения пользователей в рамках какого-либо приложения, сайта. С помощью нее оказывается возможным находить тенденции, оказывающие сильное влияние на показатели результатов работы компании. Поведенческая аналитика позволяет лучше понимать потребителей, понимать их мотивы, предугадывать их запросы [12]. В данной статье работа сфокусирована на исследовании современного состояния поведенческой аналитики и ее применения для решения задач бизнеса.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основным источником данных для поведенческой аналитики являются большие объемы необработанных данных о перемещении пользователя по сайту или приложению, информация из социальных сетей и поисковых запросов. Собранные сведения подготавливаются для использования и помещения в специализированное хранилище для дальнейшей обработки [2]. Основной проблемой является очистка и преобразование данных для работы с ними, так как данные о поведении пользователя поступают в реальном режиме для каждой сессии. Далее преобразованные данные анализируются, создаются необходимые модели. Исходя из задачи конкретного предприятия, далее могут быть сформированы некоторые решения для бизнеса, визуализированы результаты, составлены отчеты об анализе пользовательского поведения [5].

2.1 ВИДЫ АНАЛИТИКИ ДАННЫХ

В настоящее время специалисты выделяют 4 вида аналитики данных, которые отличаются друг от друга сложностью используемых моделей работы с информацией, а также степенью вовлеченности человека (рис.1). Тем самым образуется так называемая аналитическая пирамида перехода от более простой аналитики к более углубленной [8].



Рис. 1. Виды аналитики [8]

Fig. 1. Types of analytics [8]

2.1.1 ОПИСАТЕЛЬНАЯ АНАЛИТИКА

Описательная или дескриптивная аналитика, отвечающая на вопрос “Что случилось?”, использует исторические данные для исследования того, какие события уже произошли в компании [8]. Описательная аналитика считается простейшей формой аналитики, с ее помощью становится возможным обобщение каких-либо результатов, анализ принятых бизнес-решений. Полученные благодаря этому типу аналитики результаты не могут быть использованы для формирования каких-либо выводов на будущее и прогнозов [17].

В отличие от последующих, более совершенных форм аналитики, для построения дескриптивной аналитики используются простейшие арифметические, статистические и визуальные инструменты. Самыми часто используемыми инструментами являются функции, определяющие основные статистические показатели случайных величин, арифметические операции с данными, для визуализации используются различные типы диаграмм. Результаты, полученные с помощью проведения описательного анализа, должны быть относительно легко интерпретированы конечным пользователем безотносительно его степени вовлеченности в специфику работы компании.

Основным плюсом применения описательной аналитики для решения задач бизнеса является простота используемых в ней моделей. Это становится быстрым способом получения информации о бизнесе целиком, на основании которых специалисты могут принимать важные стратегические решения по дальнейшему развитию компании. Кроме того, исторические данные помогают определить слабые места производства. Также стоит отметить, что результат описательной аналитики является только основанием для дальнейшего анализа и принятия решений, для более детальных исследований данных и получения более значимых результатов необходимо пользоваться и другими видами аналитики.

2.1.2 ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ АНАЛИТИКА

Основным вопросом, на который отвечает диагностическая аналитика, является вопрос “Почему что-то произошло?”. Так же, как и описательная аналитика, диагностическая аналитика работает с историческими данными. Отличие от предыдущего вида заключается в более углубленном анализе данных для нахождения причинно-следственных связей исторических событий с текущим состоянием бизнеса. Определение факторов, наиболее влияющих на результат, ключевых событий, поиск закономерностей – основные цели проведения диагностического анализа [8].

Инструменты диагностического анализа уже более сложные, поскольку происходит работа с технологиями интеллектуального анализа данных, используются элементы теории вероятностей и временные ряды. Еще одной сферой применения диагностической аналитики является обнаружение аномалий в данных, что позволяет выявить производственные проблемы или мошеннические действия еще до их возникновения, для предотвращения серьезных последствий [13].

Диагностическая аналитика применяется в различных сферах жизнедеятельности. Например, при снижении прибыли компании построение диагностической модели поможет определить первоисточники этой проблемы. Диагностическая аналитика помогает отследить изменение прибыли компании, относительно выпущенной в этот момент рекламы. Также возможно ее использование в сфере HR при подборе кандидатов на ту или иную должность. Диагностическая аналитика позволяет находить неочевидные зависимости, которые практически невозможно найти без проведения углубленного анализа [7].

Внедрение моделей диагностической аналитики позволяет получить полную информацию о текущем состоянии бизнеса, понять причины этого состояния. Визуализированные данные являются понятным инструментом знакомства всех сотрудников организации с результатами деятельности. На их основе можно строить новые задачи, пользоваться прошлыми успешными решениями. Однако этого может быть недостаточно для полноценного функционирования больших компаний, так как диагностическая аналитика строится на основе исторических данных. Для того, чтобы иметь возможность говорить не только о произошедших событиях, но и иметь возможность рассуждать о будущем, необходимо пользоваться иными видами аналитики.

2.1.3 ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА

Следующей по сложности аналитических моделей является предиктивная или предсказательная аналитика, отвечающая на вопрос “Что может произойти?”. Методы предиктивного анализа сначала идентифицируют, а потом интерпретируют найденные в данных закономерности. Отличие данного вида аналитики от предыдущих в том, что модели строятся не только на основе исторических данных, в расчет идут также и постоянно обновляющиеся текущие данные [14].

С каждым годом количество сфер применения предиктивного анализа неуклонно растет. Одной из причин такого резкого развития может являться то, что объем данных ежегодно увеличивается в геометрической прогрессии. Стоит отметить, что эти данные в большинстве своем неструктурированные, поэтому их надо изучать еще более детально, появляется потребность проведения предиктивного анализа. Однако значительное число компаний до сих пор не структурируют генерируемые данные из-за сложностей их обработки (рис. 2) [8].

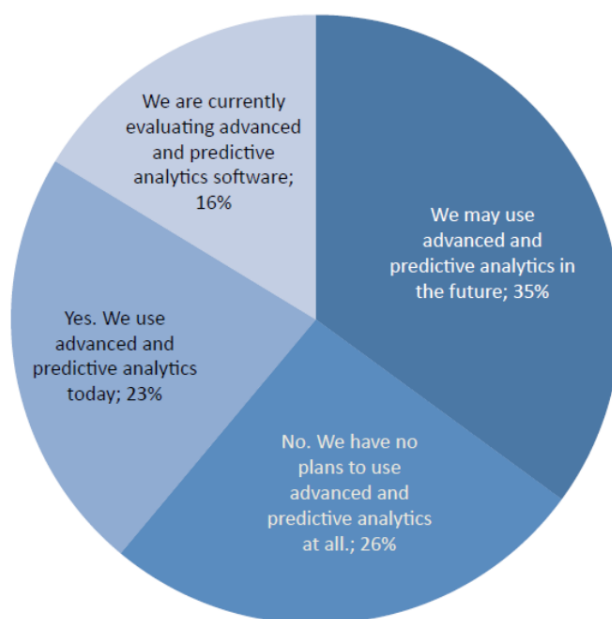


Рис. 2. Статистика применения компаниями предиктивной аналитики [9]

Fig. 2. Statistics of using predictive analytics [9]

Существует большое количество сфер жизнедеятельности, где может применяться предиктивная аналитика [5]:

- прямой маркетинг;
- рекламный таргетинг;
- определение сетевых мошенников;
- совместные продажи;
- кредитный скоринг;
- отток клиентов;
- рекомендательные системы.

Внедрение моделей предиктивной аналитики позволяет на основе уже имеющихся данных строить предположения о том, как система будет вести себя в будущем. Предиктивная аналитика позволяет производить сегментацию рынка, помогает выстраивать образ целевой аудитории. Данные, полученные в результате применения предсказательной аналитики, могут быть использованы компанией для ее дальнейшего развития, увеличения конверсии и эффективности продаж.

2.1.4 ПРЕДПИСЫВАЮЩАЯ АНАЛИТИКА

Следующий тип аналитики – предписывающая аналитика, отвечающая на вопрос “Что делать?”. Для построения рекомендательных решений используются результаты описательной и предсказательной аналитик. Целью прогнозной аналитики является нахождение наилучшего решения в сложившейся в компании ситуации или шагов, приводящих к наиболее благоприятному развитию событий. На основе исторических данных, обработанных описательной аналитикой, строятся предиктивные прогнозы для моделирования наиболее подходящего курса развития компании. Возможно также моделировать вероятность наступления различных исходов, для принятия взвешенных управленческих решений [8].

Для построения предписывающих моделей используются уже более сложные методы и комбинации этих методов. Машинному обучению все чаще предпочитают искусственный интеллект, собственные алгоритмы, подходящие под данную конкретную задачу, а не являющиеся

универсальными. Часто работа с данными и принятие решений происходит в режиме реального времени.

Сферы применения предписывающей аналитики [14]:

- промышленность;
- транспорт;
- продажи;
- клинические испытания.

Применение предписывающей аналитики повышает точность прогнозирования на будущие временные периоды. Данные предписывающей аналитики могут быть использованы в качестве основы для дальнейшего планирования стратегий развития компании. Предписывающая аналитика хоть и помогает в автоматизации процесса принятия решений, но 100% точность результата гарантировать не может [20].

2.2 СИСТЕМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Программные аналитические системы предназначены для проведения интеллектуального анализа пользовательских данных. В их функционал также входит визуализация полученных результатов для принятия взвешенных бизнес-решений.

Основной задачей этих систем является проведение прогнозной и предписывающей аналитик. Программные средства также позволяют работать и над описательной аналитикой за счет большого разнообразия встроенных в них средств визуализации данных. Для решения задач диагностической аналитики эти программные средства напрямую не предназначены, однако позволяют работать с историческими данными для описания происходивших процессов. В таблице представлен результат сравнительного анализа существующих систем интеллектуального анализа данных.

Таблица

Представленные на рынке технические решения [6, 8]

Table

Technical solutions on the market [6, 8]

Система	Положительные стороны	Отрицательные стороны
SAS Analytic Suite	Подходит для компаний любого масштаба. Большой выбор аналитических возможностей.	Необходимое глубокое внедрение специалиста для эффективного использования продукта. Высокая стоимость. Необходимо приобретать несколько продуктов экосистемы для обеспечения полной функциональности.
IBM SPSS Statistics	Можно загружать практически любые виды данных. Возможность настройки моделей. Возможность покупки отдельных программных модулей. Бесплатные 30 дней для студентов.	Сложность в изучении всех доступных специалисту функций. Интуитивно непонятные и сильно формализованные результаты работы простых статистических алгоритмов.
Loginom	Возможность проведения очистки данных. Интеграция со сторонними веб-сервисами. Большой выбор вариантов визуализации.	Ограниченный функционал анализа. Усложненные модели требуют дополнительного кодирования. Сложности работы со службой поддержки.

Система	Положительные стороны	Отрицательные стороны
Rapid Miner Platform	Интуитивно понятный пользовательский интерфейс. Клиент-серверная модель взаимодействия. Можно отслеживать мошеннические транзакции.	Для некоторых алгоритмов есть ограничения на использование данных. Большинство анализа происходит не на сервере, а на локальном компьютере.
KNIME Analytics Platform	Открытый исходный код – постоянные совершенствования платформы. Большое количество примеров. Относительно низкая цена подписки.	Проблемы визуализации данных и результатов. Сложная настройка моделей.
FICO Decision Management Suite	Широкое применение. Интуитивно понятный интерфейс. Включает в себя предложения по финансовой и логистической оптимизации.	Ограниченный функционал. Данные собираются самой платформой, невозможность загрузки данных. Низкая производительность.
Safe Plant	Хорошая масштабируемость. Возможность импорта технической документации.	Работа только с данными от оборудования, невозможность загрузить данные от пользователей. Возможность прогнозирования технического состояния оборудования без конкретизации проблем.

Одной из основных проблем, описанных выше и других подобных систем, является цена их внедрения для бизнеса. Из-за завышенных цен малый бизнес не имеет возможности пользоваться системами поведенческой аналитики. Другой проблемой является некоторая шаблонность данных сервисов [14]. Еще одним недостатком является закрытый код данных инструментов. Для построения собственных алгоритмов нет возможности оценить какие средства машинного обучения и визуализации использовались в больших промышленных сервисах. Если компания работает с нестандартными поведенческими факторами, то необходимость в подобных аналитических сервисах теряется.

2.3 МОДЕЛИ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Решением по устранению вышеописанных проблем может являться создание собственных моделей или систем поведенческого анализа, полностью удовлетворяющих требованиям и специфике компании. Проблемой такого подхода может являться процедура сбора и агрегирования поступающей из различных источников пользовательской информации.

Основная проблема прогностических моделей заключается в выборе между легкими линейными моделями, списками правил или уже более сложными нейронными сетями с элементами искусственного интеллекта. Авторы статьи [11] называют такие сложные предиктивные модели “черными ящиками” из-за сложности структуры.

Идея модели, описанной в [11], заключается в извлечении простой интерпретации, которая аппроксимирует модель некоторого “черного ящика”. Авторы статьи предлагают использовать дерево решений (рис. 3), размер которого будет определяться приближением к точности эталонной усложненной модели. Так как полученная модель описывает поведение сложной модели на одинаковом наборе данных, то отклонения показаний дерева решений будут являться основанием предполагать, что “черный ящик” работает некорректно. В результате этого, если специалист подтверждает корректность работы аппроксимирующей модели, то можно запускать

на вычисления высокопроизводительный “черный ящик”, не опасаясь за некорректность работы сложного алгоритма.

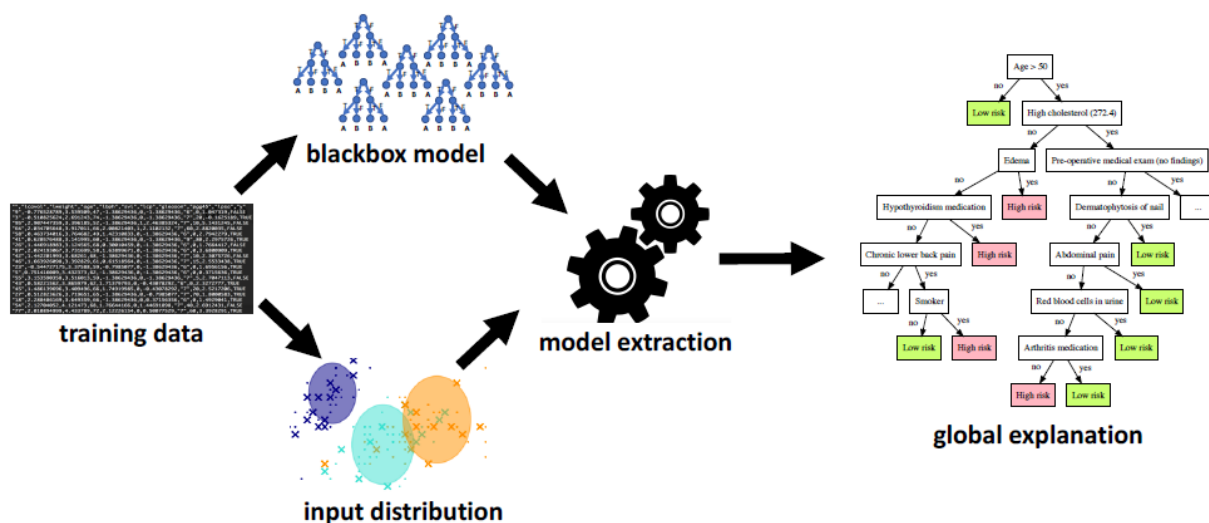


Рис. 3. Выделение дерева решений [11]

Fig. 3. Decision tree extraction [11]

Авторы предлагают использовать именно деревья решений потому, что они легко интерпретируемы, непараметричны, могут представлять сложные по вычислениям функции в компактной форме. Проблема деревьев заключается в том, что они имеют плохую прогностическую способность, так как они очень быстро подстраиваются под данные. Предлагается постоянно генерировать новые обучающие наборы данных, предварительно разметив их с помощью “черного ящика”. После этого отправлять подготовленные данные в модель для избегания переобучения.

В статье [20] описывается целый программный модуль для принятия оптимальных и автоматизированных решений. Авторы статьи предлагают архитектуру, включающую в себе описательные, предиктивные и предписывающие модули. Для тестирования также предлагается внедрения модуля для генерации синтетических данных и предлагается раздел для хранения всех участвующих в обработке данных.

В общем виде описываемую в [20] структуру можно представить как некоторую среду, получающую данные разных типов из множества источников и выдающую на выходе последовательность действий. Возможно также получать результаты работы каждого модуля по отдельности.

Для обеспечения точности моделирования соответствующие модули отсылают обратную связь на предыдущий модуль. Предиктивный модуль посылает отчеты описательному и модулю, отвечающему за сбор данных. Предписывающий модуль отправляет обратную связь предиктивному модулю и модулю данных, представленных на рис. 4.

Минусом рассмотренного модуля является отсутствие уточненных критериев, на основании которых система принимает решения о применении того или иного алгоритма машинного обучения. Также в системе отсутствует упоминание о возможности визуализировать результат и работать с какими-то иными данными кроме текстовых. Авторами статьи [20] также не уточняется формат бизнес-правил, поступающих в систему. Еще одним минусом является отсутствие всякого взаимодействия системы с поступающей обратной связью от модулей.

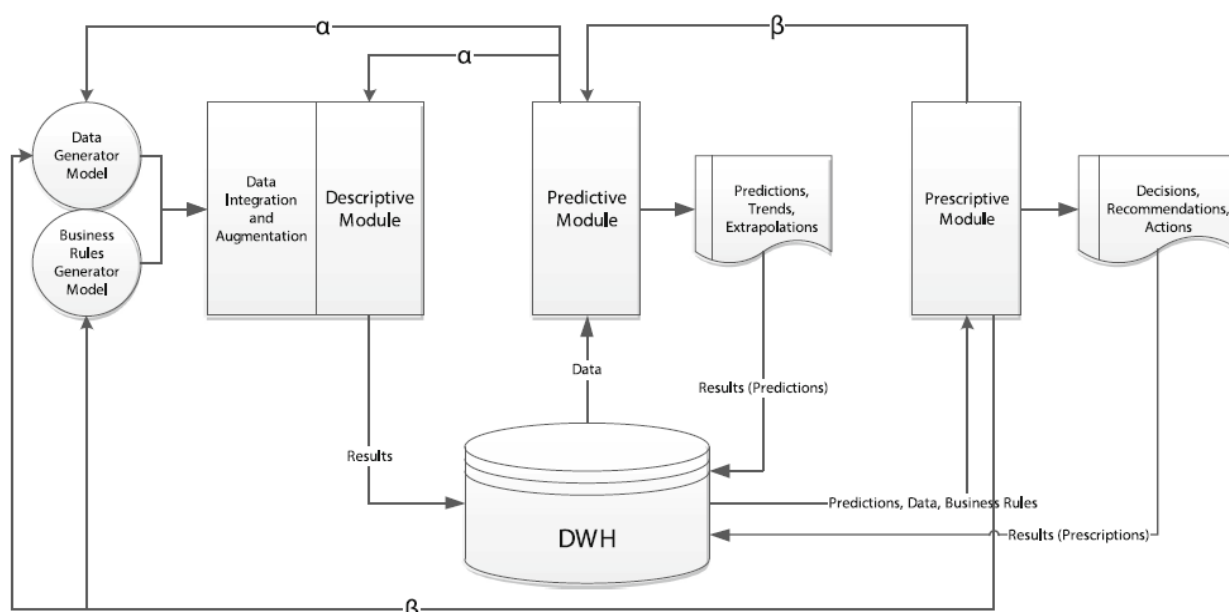


Рис. 4. Система предписывающей аналитики [20]

Fig. 4. Prescriptive analytics system [20]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровая трансформация затрагивает все большее число компаний из различных сфер. Комплексные фундаментальные изменения охватывают практически все операции, принципы, технологии и продукты внутри бизнеса. Происходит усовершенствование организационных процессов, переход на цифровые технологии, повышение качества продукта и удовлетворенности клиентов. Это достигается за счет внедрения персонализации. Пользователю предлагается решение его проблемы, максимально удовлетворяющее его потребности и запросы. Такой подход увеличивает лояльность целевой аудитории и вовлекает человека в пользование продуктом.

Поведенческая аналитика помогает специалистам понять, как пользователи реагируют на изменения, происходящие с продуктом. На основании большого количества пользовательских данных и строятся рекомендательные алгоритмы, способные сделать услугу более персонализированной.

Было выявлено, что описательная и диагностическая аналитика имеют большее применение в малом бизнесе, поскольку анализ исторических данных для такого типа бизнеса может быть использован в качестве основания для принятия дальнейших управленческих решений, без углубления в сложное моделирование и поиск закономерностей. Для среднего и крупного бизнеса уже возникает необходимость в выполнении предиктивного и предписывающего анализа. Это становится важным фактором для принятия взвешенных и обоснованных решений.

Обзор инструментов поведенческого анализа показал, что отсутствует универсальный инструмент, подходящий под все задачи и все типы данных, учитывая в том числе дороговизну использования. Существующих программных средств может быть недостаточно для решения нетривиальных в задачах построения рекомендательных систем. Поэтому необходимо также работать и с другими инструментами составления аналитики.

Список литературы

1. Абрамов В. И., Акулова Н. Л. Предиктивный анализ клиентов на основе CRM // Оригинальные исследования. 2020. № 6 (10). С. 96-112.
2. Анашкин Е. В., Жукова М. Н. К вопросу выбора алгоритмов в задачах анализа поведения пользователей // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2019. № 2. С. 3.

3. Волков П. М., Блохин И. С., Степчева З. В. Особенности применения алгоритмов на графах в прикладных задачах поведенческой аналитики // Сборник научных трудов УлГТУ. 2016. С. 104-129.
4. Информатика, моделирование, автоматизация проектирования (ИМАП-2016). VIII Всероссийская школа-семинар аспирантов, студентов и молодых ученых: сборник научных трудов / под ред. А. Н. Афанасьева. Ульяновск: УлГТУ, 2016. 263 с.
5. Носырева А. А., Абрамов В. И. Предиктивная аналитика - основа для цифровой транс-формации компаний // Курский государственный университет. 2021. С. 179-182.
6. Лучшие системы предсказательной аналитики. URL: <https://soware.ru/categories/predictive-analytics-systems> (дата обращения: 14.09.2022).
7. Свиридова О. П., Чуланова О. Л. Программа реализации HR-аналитики как цифрового тренда // Материалы Афанасьевских чтений. 2020. С. 28.
8. Хасанов А. Р. Влияние предиктивной аналитики на деятельность компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2018. С. 108-123.
9. Affde. URL: <https://www.affde.com/ru/> (дата обращения: 14.09.2022).
10. Alojail M., Bhatia S. A novel technique for behavioral analytics using ansemler learning algoritms in e-commerce// Department of information systems, King Faisal University 8. 2020. С. 150072 - 150080.
11. Bastani H., Bastani O., Kim C. Interpreting predictive models for human-in-loop analytics // Philadelphia: Wharton School of the University of Pennsylvania. 2018. С. 45.
12. Silva A. J. et al. Business analytics in Industry 4.0: A systematic review // Expert Systems. 2021. № 38(7).
13. Delen D., Ram S. Research challenges and opportunities in business analytics // Journal of Business Analytics. 2018. № 1(1). С. 2-12.
14. Deshpande P. S., Sharma S. C., Peddoju S. K. Predictive and prescriptive analytics in big-data era // Studies in Big Data. 2019. С. 71-81.
15. Dyakonov N., Logunova O. Process Control Systems Based on Predictive Analytics: // Electrotechnical Systems and Complexes. 2021. № 1(50). С. 58-64.
16. Dubey R. et al. Examining the role of big data and predictive analytics on collaborative performance in context to sustainable consumption and production behaviour // Journal of Cleaner Production 196. 2018. С. 1508-1521.
17. Raja B. et al. Market Behavior Analysis using Descriptive Approach // SSRN Electronic Journal. 2019. № 118(7). С. 171-175.
18. Lepenioti K. et al. Prescriptive analytics: Literature review and research challenges // International Journal of Information Management. 2020. № 50. С. 57-70.
19. Wang Y. et al. Review of Smart Meter Data Analytics: Applications, Methodologies, and Challenges // Transactions on Smart Grid. 2019. № 10(3). С. 3125-3148.
20. Soltanpoor R., Sellis T. Prescriptive analytics for big data // Lecture Notes in Computer Science. 2016. С. 245-256.
21. Bradlow E. T. et al. The role of big data and predictive analytics in retailing // Journal of retailing. 2017. № 93(1). С. 79-95.
22. Venkatesh R., Balasubramanian C., Kaliappan M. Development of Big Data Predictive Analytics Model for Disease Prediction using Machine learning Technique // Journal of Medical Systems. 2019. № 43(8).

References

1. Abramov V. I., Akulova N. L. Predictive customer analysis based on CRM // Original research. № 6 (10) (2020): 96-112.
2. Anashkin E. V., Zhukova M. N. On the choice of algorithms in the problems of user behavior analysis // Actual problems of aviation and cosmonautics. № 2 (2019): 3.
3. Volkov P. M., Blohin I. S., Stepcheva Z. V. Features of the application of algorithms on graphs in applied problems of behavioral analytics // Collection of scientific works of UIGTU. (2016): 104-129.
4. Informatics, modeling, design automation (IMAP-2016). VIII All-Russian school-seminar of graduate students, students and young scientists: collection of scientific papers / ed. A. N. Afanasieva. Ulyanovsk: UIGTU, 2016. 263 p.
5. Nosyрева A. A., Abramov V. I. Predictive analytics - the basis for digital transformation of companies // Kursk State University. (2021): 179-182.
6. The best predictive analytics systems. URL: <https://soware.ru/categories/predictive-analytics-systems> (accessed: 14.09.2022).

7. Sviridova O. P., Chulanova O. L. The program for the implementation of HR analytics as a digital trend // Proceedings of the Afanasiev Readings. (2020): 28.
8. Hasanov A. R. Influence of predictive analytics on the activities of companies // Strategic decisions and risk management. (2018): 108-123.
9. Affde. URL: <https://www.affde.com/ru/> (accessed: 14.09.2022).
10. Alojail M., Bhatia S. A novel technique for behavioral analytics using anseble learning algoritms in e-commerce// Department of information systems, King Faisal University. № 8 (2020): 150072 - 150080.
11. Bastani H., Bastani O., Kim C. Interpreting predictive models for human-in-loop analytics // Philadelphia: Wharton School of the University of Pennsylvania. (2018): 45.
12. Silva A. J. et al. Business analytics in Industry 4.0: A systematic review // Expert Systems № 38(7)(2021).
13. Delen D., Ram S. Research challenges and opportunities in business analytics // Journal of Business Analytics № 1(1) (2018): 2-12.
14. Deshpande P. S., Sharma S. C., Peddoju S. K. Predictive and prescriptive analytics in big-data era // Studies in Big Data (2019): 71-81.
15. Dyakonov N., Logunova O. Process Control Systems Based on Predictive Analytics: // Electrotechnical Systems and Complexes № 1(50) (2021): 58 -64.
16. Dubey R. et al. Examining the role of big data and predictive analytics on collaborative performance in contextto sustainable consumptionand productionbehaviour // Journal of Cleaner Production№ 196 (2018): 1508-1521.
17. Raja B. et al. Market Behavior Analysis using Descriptive Approach // SSRN Electronic Journal№ 118(7) (2019): 171 -175.
18. Lepenioti K. et al. Prescriptive analytics: Literature review and research challenges // International Journal of Information Management № 50 (2020): 57-70.
19. Wang Y. et al. Review of Smart Meter Data Analytics: Applications, Methodologies, and Challenges // Transactions on Smart Grid № 10(3) (2019): 3125-3148.
20. Soltanpoor R., Sellis T. Prescriptive analytics for big data // Lecture Notes in Computer Science (2016): 245-256.
21. Bradlow E. T. et al. The role of big data and predictive analytics in retailing // Journal of retailing № 93(1) (2017): 79-95.
22. Venkatesh R., Balasubramanian C., Kaliappan M. Development of Big Data Predictive Analytics Model for Disease Prediction using Machine learning Technique // Journal of Medical Systems № 43(8) (2019).

Ремизова Алина Александровна, студент 2-го курса магистратуры, инженер Национального центра когнитивных разработок Университета ИТМО
Самигулин Тимур Русланович, аспирант, инженер Национального центра когнитивных разработок Университета ИТМО

Remizova Alina Aleksandrovna, 2nd year Master's student, engineer at National Center for Cognitive Research of ITMO University

Samigulin Timur Ruslanovich, postgraduate student, engineer at National Center for Cognitive Research of ITMO University