

**ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2022**

Научный семинар

10 июня 2022 г.

СБОРНИК ТРУДОВ

**СМОЛЕНСК
2022**

УДК 338(075.8)
Е60

ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2022. Сб трудов научного семинара. В 1 т. Т 1. – 2022. – 102 с.

ISBN 978-5-91412-490-5

В сборнике публикуются труды участников научного семинара «ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2022», в которых изложены результаты оригинальных научно-технических работ в области актуальных проблем науки и высшей школы. Семинар посвящен развитию научного наследия профессора Емельянова А.А. – основателя российской школы имитационного моделирования.

Издание предназначено для научных работников и преподавателей вузов, магистров и аспирантов, осуществляющих исследования в области системного анализа и управления с использованием методов имитационного моделирования.

ISBN 978-5-91412-490-5

© Авторы
© «Универсум»
© филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске. 2022

1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

*В.В. Борисов, д.т.н., проф.; Ю.В. Сиявский, к.т.н. доц.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

КОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

В настоящее время наблюдается интерес к относительно маломощным мобильным источникам электрической энергии, предназначенным для сезонного использования в удаленных районах Сибири, Дальнего Востока и Арктики. Такие установки, как правило, включают в себя различные типы источников энергии, как возобновляемых, так и традиционных, в связи с чем их именуют комплексным энергетическим установкам (АКЭУ) [1],[2].

Спецификой АКЭУ является развитая система автоматического управления, предусматривающая активное воздействие как на источники энергии, так и на потребителей с целью обеспечения баланса генерации и потребления в рамках выбранной стратегии работы, например снижения циклов полной зарядки-разрядки накопителя энергии.

Эффективная работа такой системы невозможна без развитой подсистемы прогнозирования погодных условий, что является абсолютно необходимым для выработки решений по коммутации устройств генерации, основанных на альтернативных источниках энергии — фотоэлектрических установок и ветрогенераторов. При этом, размещение АКЭУ в удаленных районах существенно затрудняет получение метеорологической информации из сетей общего доступа, что требует наличия собственных средств прогнозирования погодных условий.

При разработке алгоритма прогнозирования, необходимо учитывать ряд требований, связанных со спецификой устройства и назначения АКЭУ:

1. Система генерации АКЭУ не имеет существенного резерва мощности над мощностью потребления, и в работе системы управления большую роль играют графики потребления, которые могут корректировать от дня к дню, поэтому глубина прогноза в общем случае не должна превышать одних суток;

2. Наличие практически непрогнозируемых скачков потребления энергии и коррекция работы генерирующих элементов согласовывающимися контроллерами делает нецелесообразным излишнюю точность прогнозирования.

3. Мобильность установки и относительно небольшое время работы на одном месте накладывает ограничения на использование данных, полученных непосредственно в ходе работы АКЭУ из-за относительно небольшого объема выборки;

4. Расположение АКЭУ в удаленных районах делает зачастую невозможным получение прогноза через сеть интернет или другие источники информации.

В работе [3] представлена классификация методов прогнозирования генерации электрической энергии для фотоэлектрических установок (ФЭУ), в частности, указывается на существование двух основных методов прогнозирования — прямого, при котором прогнозируется непосредственно генерируемая ФЭУ

мощность, и косвенные — при которых предсказывается значения инсоляции, в точке стояния ФЭУ, а расчет мощности генерации осуществляется с помощью отдельной модели. Анализ показывает, что аналогичная по смысловому наполнению классификация может быть предложена и для ветрогенерирующих установок (ВГУ). Возможность одновременного использования в составе АКЭУ различных типов ВГУ (с горизонтальным и вертикальным ротором) делает наиболее традиционным использование косвенного метода, при котором выходом алгоритма прогнозирования является значение скорости ветра, которое в дальнейшем используется в качестве исходного параметра модели ветрогенератора того или иного типа.

Таким образом, динамическая модель ВГУ может быть декомпозирована и представлена в виде системы компонентных моделей [4], при этом, как показано в работах [5] и [6], могут использоваться различные типы моделей (аналитические, нечетко-логические и т. д.). При этом в ходе выполнения алгоритма осуществляется непрерывный мониторинг результатов моделирования и их адекватности с точки зрения совпадения с фактическими значениями моделируемого параметра с возможностью замены модели одного типа на моделью другого типа, обеспечивающую лучшее качество моделирования.

Данный подход может быть развит в сторону наличия в алгоритме моделирования модуля, обеспечивающего суперпозицию результатов моделирования с использованием моделей различных типов. Композиционная модель прогнозирования скорости ветра может быть представлена в виде, представленном на рисунке 1.

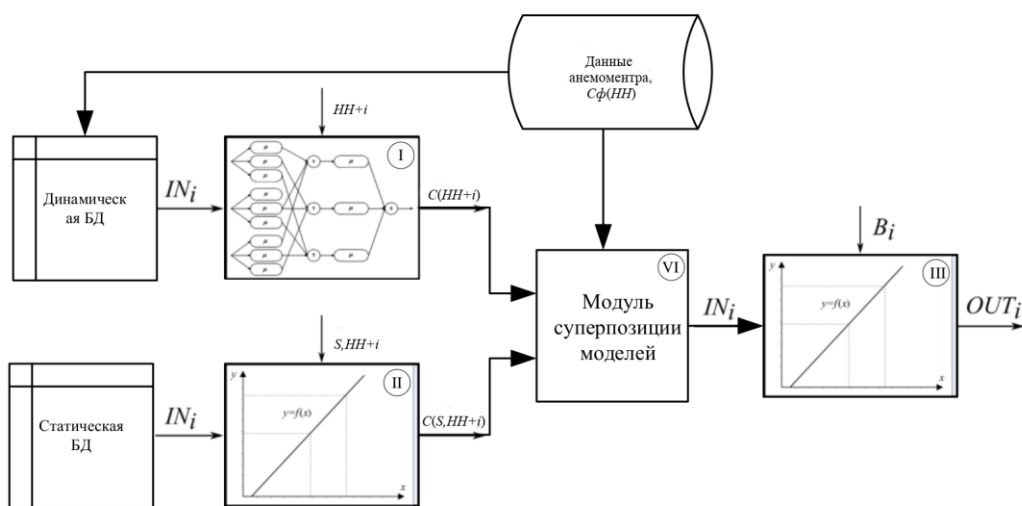


Рис.1 — Компонентная модель генерации ВГУ

Блок I условно изображает нейро-нечеткую модель, блоки II и III — аналитические модели с четкими параметрами, реализованные в виде некоторых функций. Например, простейшей моделью ветрогенератора может служить балансовая модель, основанная на законе сохранения энергии. Блок IV обеспечивает суперпозиции результатов моделирования в блоках I и II. В простейшем

случае, описанном в [6] блок осуществляет выбор одного из двух результатов для дальнейшего использования в блоке III.

Блок II представляет собой аналитическую модель, в основе которой лежит предположение о совпадении текущих параметров скорости ветра со средними, определенными на основе многолетних наблюдений для определенных точек местности, и данного времени года и времени суток. Она реализуется в форме интерполяции по координатам точки стояния АКЭУ и расчетного значения времени с использованием заранее подготовленной базы данных. В качестве источника информации о долголетних значениях процента облачности используется интернет-ресурс NASA POWER Data Access Viewer (DAV). База данных, представляет собой таблицу, в которой опорным точкам с заданными координатами, выбранным с некоторым фиксированным шагом сопоставлены значения скорости ветра по месяцам года и часам, отнесенных к времени GMT в сутках.

В основе алгоритма работы блока I лежит прогнозирование нечетких временных рядов с использованием искусственных нейронных сетей. В настоящее время данный подход широко используется для кратковременного прогнозирования временных рядов различного типа [7], [8].

В ходе разработки модели скорости ветра использовался подход, основанный на моделях типа ANFIS. Основным недостатком данного подхода является необходимость накопления данных, соответствующих обучающей выборке, что делает невозможным использование данного подхода в течении нескольких первых суток работы АКЭУ в новой точке стояния, поэтому на первых этапах работы алгоритма прогнозирования используется только информация, формируемая блоком II. Однако, для учета фактических параметров скорости ветра, которые могут существенно отличаться от среднестатистических, используется коррекция, осуществляемая в блоке IV.

В качестве меры рассогласования фактических и прогнозных значений используется значение ε , определяемое по формуле:

$$\varepsilon = \frac{|C(S, HH) - C_{\phi}(HH)|}{C_{\phi}(HH)} \quad (1)$$

где $C_{\phi}(HH)$ — фактическая скорость ветра для текущего часа, определенная с использованием анемометра ветрогенератора, а $C(S, HH)$ - прогнозное значение скорости ветра, определенное в блоке II для точки стояния с географическими координатами S . В том случае, если $\varepsilon > 0,075$, производится коррекция всех прогнозных значений C с использованием эмпирической формулы:

$$C = C(S, HH + i) + \frac{(C(S, HH) - C_{\phi}(HH)) \cdot (1 + \sqrt{5})^i - (1 - \sqrt{5})^i}{\sqrt{5} \cdot 2^i} \quad (2)$$

где i — номер часа прогнозирования, начиная с HH .

Так же, вычислительные эксперименты показывают возможность выхода прогнозируемого параметра за разумные ограничения при резких колебаниях фактических условий, используемых в качестве данных обучающей выборки.

Алгоритм, реализованный в блоке IV, осуществляет сглаживание значений скорости ветра по формуле, аналогичной (2), с заменой $C_{\phi}(HH)$ на значения, определенные с использованием блока I.

Анализ показывает, что при использовании сглаживания по формуле (2) ближние к моменту прогнозирования члены временного ряда в большей степени соответствуют результатам моделирования с использованием нечеткого временного ряда, в то время, как более дальние испытывают большее влияние статистической информации.

Описанный метод прогнозирования скорости ветра позволяет обеспечить заданную точность прогнозирования мощности генерации ВГУ в составе АКЭУ.

Работа выполнена в рамках проекта НИУ «МЭИ» по государственной программе «Приоритет-2030», проект № 4201220 «Интеллектуальный метод и модели анализа и композиционного гибридного моделирования автономных комплексных энергетических систем для удаленных регионов»

Литература

1. Коновалова О.Е., Никифорова Г.В. Малая возобновляемая энергетика на северо-западе Арктики// Труды Кольского научного центра РАН — 2016. - №1(35) - с. 117-131
2. Яковлева Э.В. Электротехнический комплекс для электроснабжения геологоразведочных работ с использованием солнечной электростанции: автореф... дис. кан. наук. - С.Пб, 2013 — 22 с.
3. Киселева, С. В. Прогнозирование выработки солнечных станций и фотоэлектрических установок: основные подходы и результативность / С. В. Киселева, Н. В. Лисицкая, С. Е. Фрид // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2020. – № 7-18(330-341). – С. 24-43. – DOI 10.15518/isjaee.2020.07-18.024-043. – EDN NVYXUK.
4. Борисов, В. В. Нечеткое ситуационное управление сложными системами на основе их композиционного гибридного моделирования / В. В. Борисов, Д. Ю. Авраменко // Системы управления, связи и безопасности. – 2021. – № 3. – С. 207-237. – DOI 10.24412/2410-9916-2021-3-207-237. – EDN DBNGVF.
5. Попова, Д. Ю. Композиционное моделирование при управлении сложной технической системой / Д. Ю. Попова, В. В. Борисов // Нейрокомпьютеры и их применение : тезисы докладов, Москва, 13 марта 2018 года. – Москва: Московский государственный психолого-педагогический университет, 2018. – С. 191-194. – EDN UODZOY.
6. Попова, Д. Ю. Нейро-нечеткая композиционная модель сложной технической системы / Д. Ю. Попова, В. В. Борисов // Нейрокомпьютеры и их применение : Тезисы докладов, Москва, 14 марта 2017 года. – Москва: Московский государственный психолого-педагогический университет, 2017. – С. 102-А. – EDN YNIPRX.
7. Построение и анализ модели машинного обучения для краткосрочного прогнозирования рынка биткоина на основе рекуррентных нейронных сетей / А. Е. Трубин, В. А. Ожередов, А. А. Морозов [и др.] // Прикладная информатика. – 2022. – Т. 17. – № 3(99). – С. 45-54. – DOI 10.37791/2687-0649-2022-17-3-45-54. – EDN QUJSSO.
8. Полбин, А. В. Моделирование зависимости обменного курса рубля от цен на нефть с использованием нейронных сетей / А. В. Полбин, М. А. Кропачева // Прикладная информатика. – 2022. – Т. 17. – № 4(100). – С. 127-142. – DOI 10.37791/2687-0649-2022-17-4-127-142. – EDN QRYLCD.

О ПОНЯТИЯХ СТАБИЛЬНОСТИ, УСТОЙЧИВОСТИ И РЕЗИЛЬЕНТНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ

В современной экономике устойчивое развитие и стабильность технологических и бизнес-процессов являются необходимыми условиями успешного функционирования предприятий во всех отраслях. Однако под устойчивостью в литературе в зависимости от контента зачастую понимаются различные по существу понятия. Основная цель настоящего исследования провести сравнительный анализ и уточнить определения понятий стабильности (*stability*), устойчивости (*sustainability*), резистентности (*resistance*) и резильентности (*resilience*) на примерах технических устройств, живых организмов и цепочек предприятий.

Понятие стабильности (*stability*) и линейный стабилизирующий регулятор. В начале 50-х годов прошлого века Норберт Винер не только сформулировал универсальный принцип обратной связи, сопоставляя механизмы его действия в живых организмах и технических устройствах, но и обратил внимание на существование механизмов обратной связи в обществе. Широкое распространение в обеспечении стабильности функционирования технических объектов и технологических процессов получили простейшие авторегуляторы линейной отрицательной обратной связи [1]. Схема их действия изображена на *Рис. 1*.

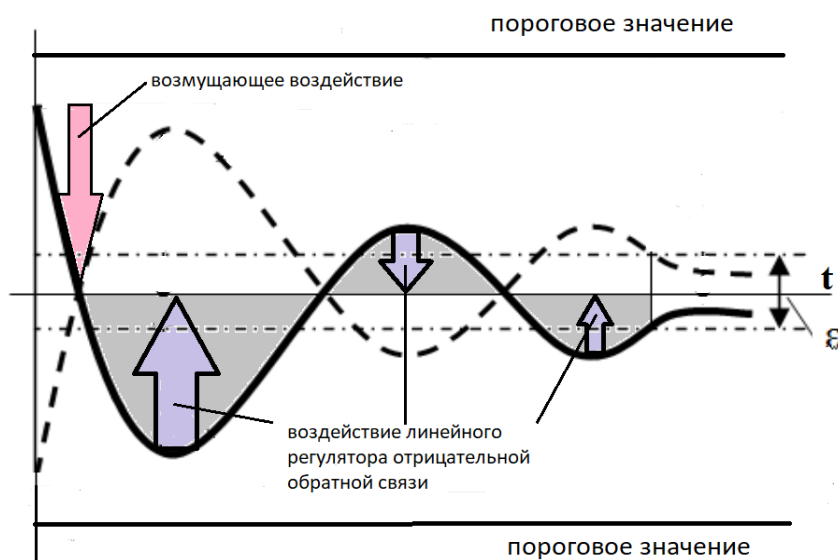


Рис. 1. Обеспечение стабильности равновесия системы линейной отрицательной обратной связью.

Источник: Авторская разработка

Линейное регулирование обеспечивает стабильность состояния динамического равновесия в системе путем формирования стабилизирующих управляющих воздействий U , обратно пропорциональных величине X отклонения от положения равновесия: $U = -cX$, $c > 0$. Например, в случае автопилота самолета

положение равновесия определяется зафиксированными параметрами траектории движения самолета – заданным курсом на заданной высоте без крена.

Контур регулирования по принципу линейной обратной связи. Схему функционирования контура линейного регулятора отрицательной обратной связи проиллюстрируем на примере соответствующего контура управления организацией в условный период отсутствия резких непредвиденных изменений [2].

Любое предприятие является сложным организмом, состоящим из большого числа разнородных объектов и процессов, имеющих управляющие органы различного уровня, осуществляющие координацию работы путем принятия управленческих решений. Уровни принятия решений характеризуются сложностью решаемых задач, соответствующим набором функций и видом информационной поддержки. С повышением уровня возрастают как степень компетентности и ответственности ЛПР, так и время реализации принимаемых решений.

Высший, стратегический уровень управления целями обеспечивает принятие решений, необходимых для достижения долгосрочных стратегических целей всей организации и главных направлений их достижения, на основании которых создаются планы и программы развития организации на несколько лет, которые и определяют состояние равновесного функционирования предприятия. Ответственность ЛПР очень высока, а решения опираются в равной степени как на результаты анализа с использованием математического аппарата и информационных систем, так и на профессиональную интуицию.

Следующий оперативный уровень регулирования функций обеспечивает принятие оперативных решений, необходимых для реализации процесса поддержания определяемого стратегическими целями стабильного состояния равновесия с минимальными отклонениями, что требует анализа значительного объёма поступающей с других уровней разнородной информации. Для этого требуется определенное время на ее осмысление, сбор недостающих сведений, получение реакции на принятые ранее решения и т.п.

Низший тактический уровень исполнения операций обеспечивает быстрое реагирование на изменение текущей ситуации и принятие решений для выполнения многократно повторяющихся операций в рамках регулирующих воздействий среднего уровня. Количество выполняемых операций достаточно велико, а время выбора из стандартных управленческих решений минимально.

В связи с постоянно растущим усложнением информационных и управленческих технологий все более важную роль играет тактический уровень обеспечения информацией, или уровень знаний. Здесь осуществляется обработка данных состояния организации и внешних условий, сбор, переработка, хранение, визуализация и предоставление информации для обеспечения принятия решений в соответствующей каждому уровню форме.

Изображенный на *рис.2* контур оперативного регулирования по принципу отрицательной обратной связи [2] предназначен для отслеживания выполнения стратегических планов и программ в реальном времени и для поддержания стабильного состояния равновесия предприятия как сложной системы.

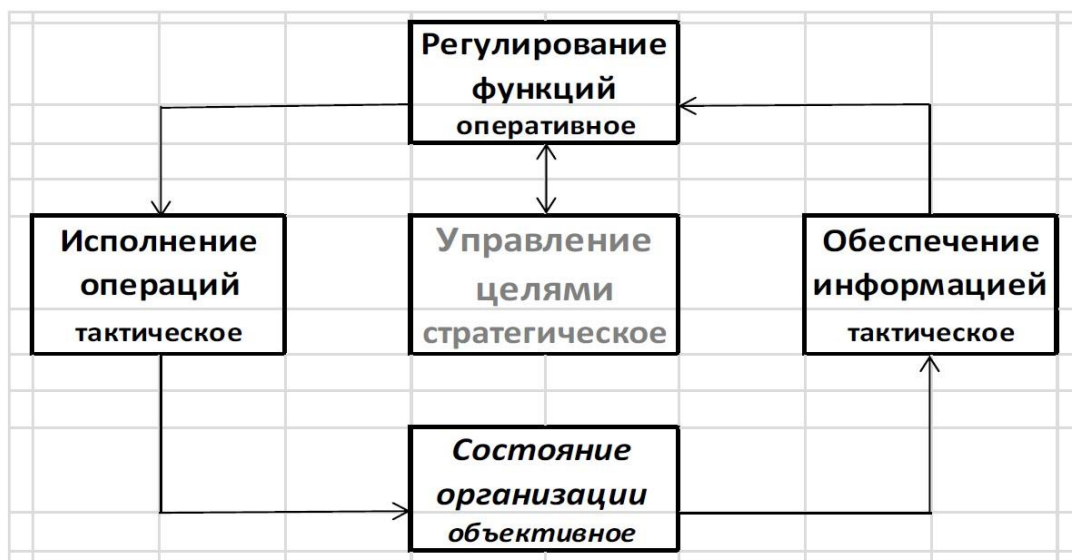


Рис. 2. Контур регулирования по принципу линейной обратной связи Источник: [2]

На оперативном уровне менеджеры с помощью прямой связи передают исполнителям регулирующие команды, реализующие стратегические программы развития, а по каналу обратной связи с помощью ИТ-специалистов те же менеджеры получают информацию об отклонениях текущего состояния организации от планируемого программного, что позволяет им принимать решения и формировать корректирующие регулирующие воздействия, направленные на минимизацию этих отклонений (см. рис.1).

В биологии способность живых организмов сохранять динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды на постоянном уровне называют гомеостазом. Здоровый организм находится в таком «нормальном» равновесном состоянии гомеостаза, при котором колебательные процессы в организме синхронизированы, и каждому органу, системе органов, клеткам и молекулам соответствует определенный физиологический спектр частот.

Работа гомеостатического механизма (гомеостазиса) регулируется отрицательной обратной связью, которая стабилизирует базовые параметры системы и обеспечивает возвращение к равновесию показателей кровяного давления, частоты пульса, темпа дыхания, etc, в ответ на возмущающие воздействия в определённых пределах, не превосходящих пороговых значений, значительное превышение которых приводит к стрессам. Гомеостатический механизм, также как и автопилот самолета или операционный менеджмент предприятия, обеспечивает лишь поддержание равновесного состояния гомеостаза системы, но не изменяет его.

В Таблицу 1 сведены рассмотренные примеры из техники, экономики и биологии, действия регуляторов по принципу отрицательной обратной связи, стабилизирующих равновесное состояние системы, т.е. обеспечивающих ему сохранение качества стабильности.

Примеры стабилизирующих регуляторов по принципу отрицательной ОС

Качество управления	Объект Управления	Стратегия управления	Планирование параметров	Способ управления
Стабильность (Stability)	Один	Сохранение состояния равновесия	Постоянные параметры	Стабилизирующий регулятор
Техника	Самолет	Полет в заданном коридоре	Постоянная высота и направление полета	Автопилот
Экономика	Предприятие	Производство заданных видов продукции	постоянные партнеры и виды продукции	Операционный менеджмент
Биология	Организм	Поддержание гомеостаза	Врожденные параметры	Терморегуляция РН-баланс etc

Понятие устойчивости (sustainability) системы. Уже в 1951 году Н.Винер, отмечая что «механизмы обратной связи в основном способствуют единообразному действию системы независимо от нагрузки», делает важную серьезную оговорку: «Если нагрузка будет чрезмерной, либо обратная связь, требуемая нагрузкой, также будет чрезмерной, то механизм обратной связи будет, скорее, дестабилизировать действие системы, чем стабилизировать его» [3].

Это означает, что существуют граничные, пороговые значения, при превышении возмущающими воздействиями которых линейный регулятор по принципу обратной связи перестает стабилизировать положение равновесия, т.е. делать его стабильным. Границы действия линейного регулятора (пороговые значения возмущения см. *рис.1*) определяются размером ε -окрестности положения равновесия, в которой действием возмущений более высокого порядка, чем линейное приближение, можно пренебречь.

В случае превышения возмущениями порогового значения линейный регулятор перестает их отрабатывать и стабильность равновесия нарушается. В этом случае путем нелинейного регулирования система может временно перейти в другой стабильный режим с другими постоянными параметрами, сохраняя конечную стратегическую цель и устойчивость функционирования системы.

Например, при попадании в турбулентную зону грозового облака пилот путем нелинейного ручного управления меняет направление и высоту полета и временно переходит в другой коридор, стабильность полета в котором может снова обеспечивать автопилот. После облета облака таким же способом ручного управления возвращается в исходный для обеспечения достижения конечной цели полета. При достаточно длительном полете таких временных переходов в другой стабильный режим и возвращений к исходному может быть несколько.

Подобный механизм перехода в нелинейный режим предусмотрен и у живых организмов как реакция на возмущающие гомеостаз стрессовые воздействия, превышающие пороговые значения, когда стандартные регуляторы перестают работать, см. *рис.3*. Когда организм оказывается подвержен стрессору, состояние гомеостаза нарушается, частоты электромагнитного излучения органов и систем меняются, что ведет к физиологическим отклонениям и сдвигу оптимального колебательного ритма от его равновесного состояния нормы.

В этом случае после первичного глубокого отклонения под воздействием стрессора вместо гладкого процесса затухания колебаний состояния системы (см. *рис.1*) организм через неспецифическую мобилизационную реакцию тревоги выходит на плато Селье повышенной резистентности, по амплитуде и продолжительности значительно превосходящее отклонение первичного шока и ему противостоящее, см. *рис3*.

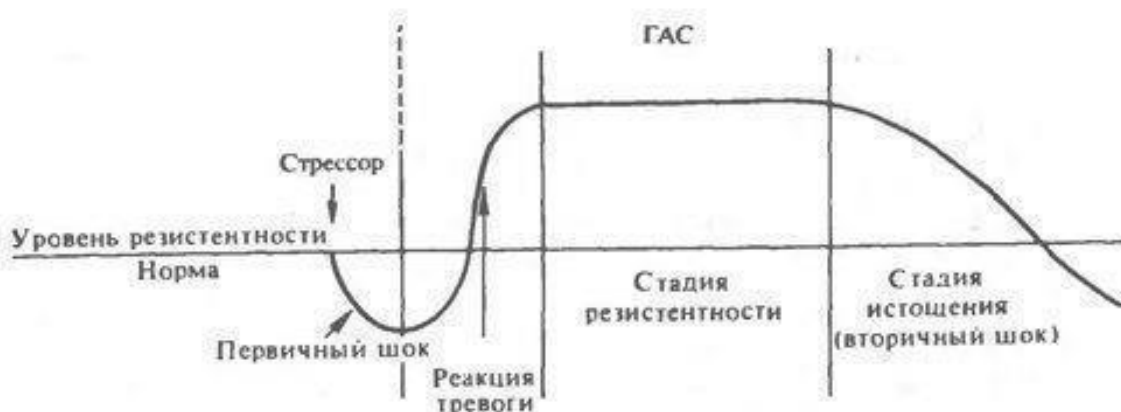


Рис 3. Динамика изменения резистентности организма при стрессе / *Источник:* [4]

После этого за счет своеобразного перерегулирования организм переходит в стадию истощения и последующего восстановления до нормы потраченных на сопротивление стрессору ресурсов, которая по длительности значительно превосходит фазу резистентности. В итоге организм возвращается к функционированию в режиме нормы, сохраняя это состояние до следующего стрессового воздействия. Опасность представляют неоднократно повторяющиеся стрессы, когда новый стрессор появляется на стадии истощения, до истечения периода восстановления после стресса предыдущего.

В *Таблицу 2* сведены примеры действия нелинейных регуляторов по принципу отрицательной обратной связи, т.е. обеспечивающих равновесному состоянию системы сохранение качества устойчивости.

Таблица 2

Примеры регуляторов отрицательной ОС, обеспечивающих устойчивость системы

Качество управления	Объект Управления	Стратегия управления	Планирование параметров	Способ управления
Устойчивость (Sustainability)	Один	Выбор и сохранение ряда состояний	Постоянные параметры для каждого состояния	Нелинейная смена состояний. [Лин. регулятор для каждого]
Техника	Самолет	Смена коридоров полета (облет грозы)	Постоянные высота и направление полета для каждого коридора	Ручное управление. [Автопилот]
Экономика	Предприятие / Цепочка Предприятий	Смена вида продукции (падение спроса)	Постоянные партнеры и ассортимент для каждого вида продукции	Стратегическое решение смены вида [Операционный Менеджмент]
Биология	Организм	Режим повышенной резистентности (стресс)	Врожденные параметры для гомеостаза и стресс-режима	Резистентность на плато Селье. [Регуляторы гомеостаза]

Понятие резильентности (resilience) экономических систем. Понятие резильентности применяется в теории систем как свойство устойчивого функционирования сложных нелинейных систем в условиях неопределенности и резких

разрушительных возмущений, многократно превышающих пороговые значения. Идея укрепления резильентности национальных экономик появилась в 2015 году в рамках глобальной исследовательской инициативы ОЭСР «Новые подходы к экономическим вызовам» (NAEC Initiative) [5].

Традиционный неоклассический подход рассматривает экономику как стационарную линейную систему с прогнозируемым поведением, которая достигает определяемого неизменной стратегией стационарного макроравновесия в определенной точке или на определенной прямой задаваемой моделями общего равновесия.

Однако ориентация только на оперативное линейное регулирование текущей рентабельности и на экономию затрат не срабатывает в случае внезапных шоковых разрушительных воздействий, создающих возмущения в несколько раз превосходящие пороговые. Примером этому служит спад 2020 г. в мировой экономике, когда шок пандемии исключил один из ее ключевых компонентов – глобальные цепочки добавленной стоимости, оптимизированные на принципах поставки «точно в срок» предприятиями, расположенными в Китае.

С позиции теории сложности экономика рассматривается как сложная нелинейная экосистема с холистической природой, ведущая себя нелинейно и непредсказуемо. Ее динамическое состояние равновесия существенно меняется под воздействием трансформаций как стратегии поведения, так и соответствующей ей организационной структуры в условиях неопределенности и непрерывно меняющейся среды.

Резильентность и есть показатель динамической устойчивости сложных нелинейных систем, их адаптивности к постоянным резким изменениям внешней среды, к ситуациям длительных стрессов, внезапных шоков и деструктивных (разрушительных) воздействий. Если устойчивость экономических систем для их привычного спокойного периода зависит от экономного поведения (минимизации затрат и текущей рентабельности), то резильентность в моменты резких шоковых воздействий – от их маневренности, создания избыточных активов, диверсификации и дублирования фирм-поставщиков и наращивания операционной гибкости производства за счет применения передовых технологий (цифровых платформ, модульных решений, 3D-печати, etc).

Резильентность понимается и как нелинейный регулятор динамического состояния равновесия сложной системы, охватывающий процесс ее функциональных и поведенческих трансформаций до, во время и после внезапного шока. В наиболее полном универсальном резильентном подходе [6] выделяют следующие четыре стадии (см. *рис. 4*).

Первая стадия – проактивная подготовка системы к разнообразным внезапным шокам с помощью превентивных мер, укрепляющих ее робастность и гибкость, создание избыточных и резервных возможностей.

Вторая – абсорбция негативных воздействий шока и сопротивление каскадным сбоям, сдерживание волны структурных и функциональных нарушений за счет созданных ранее механизмов робастности.

Третья – восстановление после шока за счет привлечения резервных возможностей и механизмов дополнительной гибкости.

Четвертая – перераспределение ресурсов и структурная перестройка системы с целью адаптации к новым, пост-шоковым изменениям среды.

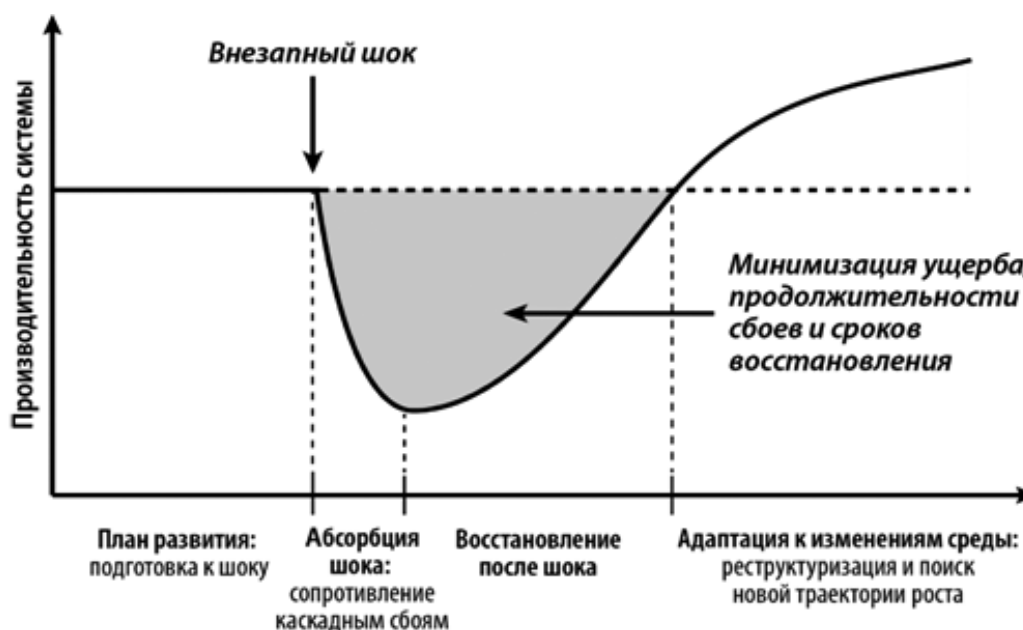


Рис. 4. Стадии укрепления резильентности системы в условиях системных рисков.

Источник: Разработка [7] на основе [6].

Последняя стадия выражает суть резильентного подхода: для выживания в эпоху неопределенности важно не только быстро вернуться после шока на прежний уровень, но и подготовиться к очередным внезапным шокам, т. е. совершить не просто восстановление, но и рывок вперед, используя результаты пережитых шоков как возможности для реструктуризации системы для ее перехода на более эффективную траекторию роста.

В случае наступления шоковых событий, вызывающих отклонения выше пороговых, требуется реконфигурация всей системы на высшем уровне стратегии управления и построения соответствующей новой стратегии управления, для ее реализации на уровне планирования, и оперативного регулирования менеджерами операционных отклонений от новой траектории.

Продолжая аналогию с полетом самолета, примером резильентности может послужить выбор маршрута «виртуального самолета» для дальнего перелета в условиях неопределенности, с выбором пунктов пересадки, длительности и стоимости перелетов, репутации авиакомпаний и т.д. Потребность в реконфигурации цепочки перелетов возникает в ситуации внезапной отмены запланированного рейса в аэропорту пересадки после уже совершенных перелетов.

В экономике это классическая глобальная стоимостная цепочка (ГСЦ) создающих сложный конечный продукт предприятий, выбор которых происходит с учетом цены/качества производства на каждом, в соответствии с заданными параметрами времени, места и количества поставки продукта. Реконфигурация

необходима даже в случае крупной аварии, выводящей из строя одно из предприятий, не говоря о массовом прекращении работы предприятий во время пандемии или введения экономических санкций.

Система управления в этом случае существенно отличается от системы линейного регулирования отклонений. По сути ГСЦ представляет собой Виртуальное Предприятие (ВП), объединяющее существенно нелинейную цепочку территориально распределенных по всему миру предприятий реальных, создающих сложный реальный конечный продукт.

В системе управления таким ВП к стандартному контуру регулирования равновесного состояния ВП добавляются блок *Стратегии управления*, отвечающего за выбор общей конфигурации ГСЦ и блок *Планирования управления*, реализующего сформированное стратегическое управление (см. рис. 5).

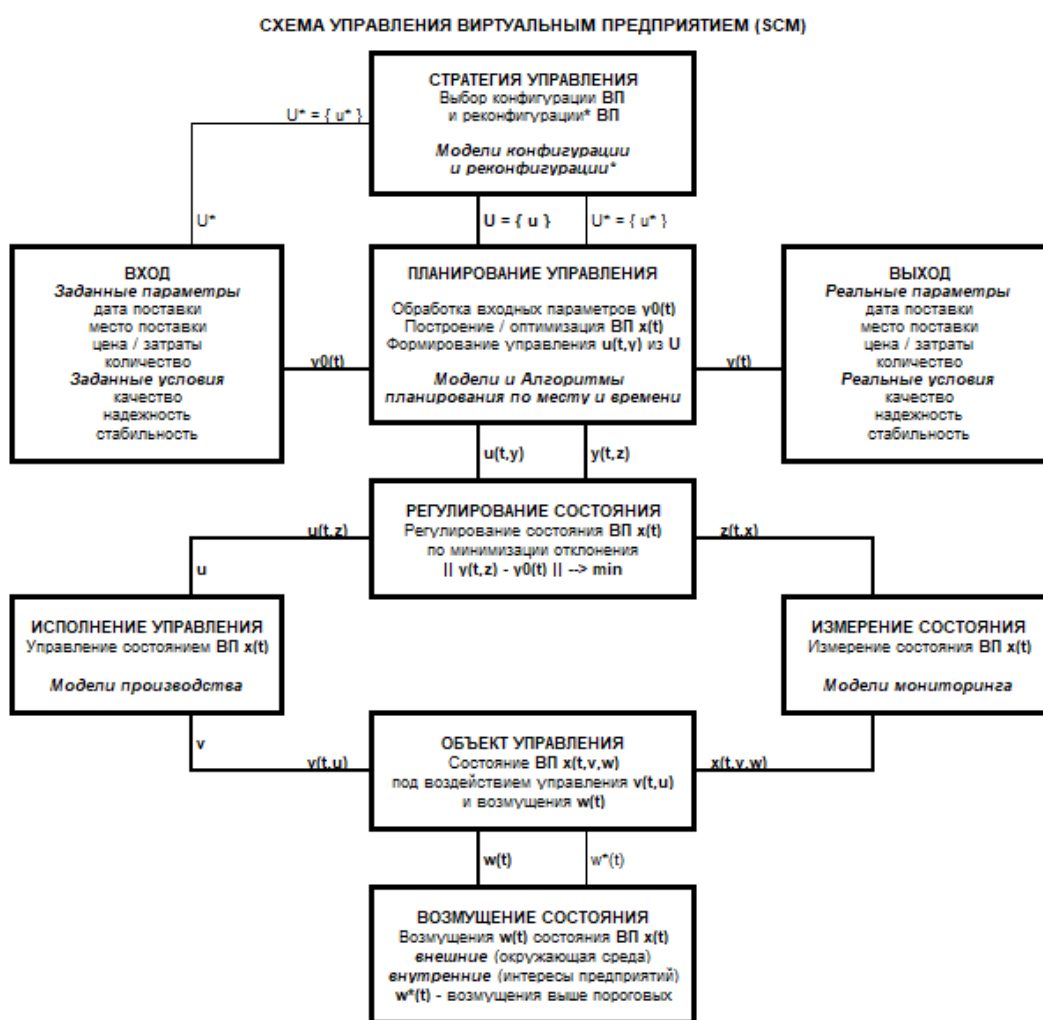


Рис. 5. Блок схема двух контуров управления Виртуальным Предприятием.
Источник: Авторская разработка на основе [9].

Рассмотренные примеры резильентности систем сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Примеры нелинейных регуляторов обеспечивающих резильентность системы

Качество управления	Объект управления	Стратегия управления	Планирование параметров	Способ управления
Резильентность (Resiliens)	Несколько, цепочка	Выбор (ре*) конфигурации цепочки, выходных параметров (время, место, цена/затраты, кол-во)	Параметры построения оптимальной цепочки по месту, времени, критерию качества	Нелинейная смена конфигурации, нелинейные регуляторы по минимизации отклонений
Техника	Виртуальный самолет	выбор маршрута полета с пересадками (внезапная отмена рейса*)	пункты пересадок, авиакомпании, параметры перелетов	нелинейный выбор, диспетчеризация маршрута, ручное упр-е и автопилот
Экономика	Виртуальное Предприятие	выбор (ре*) конфигурации цепочки предприятий, видов продукции, параметров поставки (крупная техногенная авария*)	локация и производительность предприятия, виды продукции, последовательность и сроки поставок	стратегич. выбор конфигурации и рез-тов цепочки, нелинейный операционный менеджмент по параметрам отклонений

При сравнении *рис.4* и *рис.3* явно видно сходство в реакции систем на выход отклонений состояния за пороговые значения – смену центральной стратегии управления, остававшейся неизменной при стандартном стабилизирующем регулировании. Но на этом сходство резистентности и резильентности, несмотря на созвучность терминов, заканчивается.

Резистентность (англ. *resistance – сопротивление*) это одна и та же неспецифическая реакция сопротивления организма любому шоку за счет вброса вполне определенного количества внутренних ресурсов, независимо от его природы, силы, размера и последующего его восстановления до нормы гомеостаза.

Резильентность (англ. *resilience – упругость, эластичность*) это более эффективная, специфическая, зависящая от вида и размера шока реакция упругой деформации за счет реструктурирования своих ресурсов и привлечения новых не только для восстановления, но и для выхода на новый более высокий уровень, обеспечивающий противостояние следующим возможным шокам и подготовки к их нейтрализации.

Подводя итог, приведем следующие определения исследуемых понятий.

Стабильность (stability) – способность системы сохранять неизменные параметры функционирования самостоятельно или с помощью стабилизирующих регуляторов.

Устойчивость (sustainability) – способности системы продолжать функционировать в течение определенного длительного периода времени самостоятельно или с помощью стабилизирующих регуляторов, с учетом ограничений окружающей среды.

Резильентность (resilience) – способность сложной системы гибко рекомбинировать свои элементы и ресурсы в ответ на внезапные разрушительные внешние или внутренние возмущения для функционирования в условиях высокой неопределенности, что подразумевает достижение равновесного состояния либо на прежнем, либо на новом более высоком уровне развития.

Литература

1. *Войтенко С.С., Смирнов Е.Я.* Теория оптимальной стабилизации. Л. Изд ЛГУ, 1983. 117с.
2. *Войтенко С.С.* Классификация систем поддержки принятия решений по уровням принятия решений // Энергетика, информатика, инновации: Сб. трудов V Международной научно-технической конференции: Смоленск, 26–27.11.2015 / «МЭИ», филиал в г. Смоленске. – Смоленск: Универсум, 2015. – С. 102-107.
3. *Wiener N.* Homeostasis in the Individual and Society // J. of the Franclin Institute., 1951. Vol.251, p. 65–68.
4. *Электр. ресурс* <https://medbe.ru/materials/endokrinnye-funktsii/gormony-i-stress/> (дата обр. 25.01.2022).
5. *OECD, SIDA.* Resilience systems analysis: Learning and recommendations report. P.: OECD Publishing, 2017.
6. *Linkov I., Trump B. D.* The science and practice of resilience. Cham, 2019.
7. *Смородинская Н.В., Катухов Д.Д.* Резильентность экономических систем в эпоху глобализации и внезапных шоков. Вестник Института экономики РАН, № 5, 2021 – С. 93-115.
8. *OECD.* A systemic resilience approach to dealing with COVID-19 and future shocks. OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19), 2020. DOI: 10.1787/36a5bdfb-en.
9. *Ivanov D., Dolgui A., Sokolov B.* Ripple effect in the supply chain: Definitions, frameworks and future research perspectives // Handbook of ripple effects in the supply chain / Cham, 2019. P. 1—33.

*М.В. Забоев, к.э.н., доц.; В.Г. Халин, д.э.н., проф.; Г.В. Чернова, д.э.н., проф.;
А.В. Юрков, д.ф.-м.н., проф.
(Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург)*

ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ РЕФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Статья является второй в серии публикаций авторов, посвященных анализу результатов реформирования российской высшей школы за последние тридцать лет своего развития. Подтверждены возможности применения методов интеллектуального анализа данных для оценки качества и выполнимости масштабных проектов в российской высшей школе.

Ключевые слова: высшая школа России, интеллектуальный анализ данных, кластеризация, нечеткие множества, управленческие решения.

Введение. Для всесторонней оценки качества управленческих решений необходимо иметь возможность учета разнородной информации, которая может быть представлена как в числовой форме, так и в виде выражений на естественном языке. Эффективным подходом к обработке трудноформализуемой информации является использование методов интеллектуального анализа данных. Это позволяет совмещать методы качественной оценки с возможностью получения на ее основе количественных результатов.

Целью данной статьи является описание авторского подхода к применению нейросетевых и нечетко-логических методов к анализу управленческих решений, а также подтверждение возможности их использования для построения достоверного прогноза достижимости стратегических целей крупномасштабных проектов реформирования российской высшей школы и принимаемых по ним управленческих решениям (далее УР).

Проект «5 в 100». Результаты исследования демонстрируются на основе анализа Проекта «5 в 100» - самого крупного по госбюджетным затратам мероприятия в российской высшей школе за последние 30 лет ее реформ. Сравнение построенного в самом начале его реализации прогноза и полученных реальных результатов по Проекту дает возможность утверждать о целесообразности применения рассматриваемых методов интеллектуального анализа данных для предварительной оценки осуществления любого масштабного проекта, в том числе по развитию российской высшей школы.

Актуальность результатов исследования подтверждается тем, что в 2020 г. Проект «5 в 100» завершился. Как показала практика, он не достиг поставленных целей. Этот проект был инициирован Указом Президента РФ от 07.05.2012 г. № 599, которым Правительству РФ было поручено обеспечить «вхождение к 2020 г. не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов». Правительство РФ определило 23 вуза ведущих российских вуза, которым за время реализации этого Проекта (2013 – 2020 гг.) было дополнительно выделено целевым образом на повышение своей конкурентоспособности из государственного бюджета субсидии общим объемом почти 100 млрд. рублей. Вместе с тем, в 2020 г. только один российский вуз - МГУ им. М.В. Ломоносова (далее МГУ), попал в Топ 100 в рейтингах ARWU¹ и QS². При этом никакой другой российский вуз не попал не только в Топ 100, но даже в Топ 200³ ни одного из общих рейтингов университетов мира [1].

Ниже в таблице 1, представлены подробные результаты выполнения своих дорожных карт и/или программ развития до 2020г. по всем 23 вузам - участникам Проекта⁴ в 2020 г. [1, 2]:

Из данных таблицы следует, что Правительство РФ не выполнило поручения Президента РФ и не обеспечило достижение целей его Указа № 599, поскольку по завершению Проекта «5 в 100» в 2020 г. только один российский вуз – МГУ, попал в Топ 100 рейтингов ARWU (93 позиция) и QS (74 место). Никакой другой российский вуз не попал даже в Топ 200 ни одного из общих авторитетных рейтингов мира, а вузы - участники Проекта БФУ, 1-й МГМУ и ТюмГУ, не вошли даже в Топ 1000 ни одного из рейтингов⁵ ARWU, QS и THE.

Следует подчеркнуть, что наши исследования на основе интеллектуального анализа данных еще в 2014 г. показывали невозможность достижения целей Проекта «5 в 100» [3, 4].

¹ Рейтинг университетов ARWU: <http://www.shanghairanking.com/> (дата обращения 19.05.2022)

² Рейтинг университетов QS : <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/> (дата обращения 19.05.2022)

³ Рейтинг университетов THE : <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings> (дата обращения 19.05.2022)

⁴ Сайт Проекта 5 в 100. Раздел документы: <https://5top100.ru/> (дата обращения 19.05.2022)

⁵ Сайт Проекта 5 в 100: <https://5top100.ru/> (дата обращения 19.05.2022)

Таблица 1. «Наивысшая позиция в ведущих мировых рейтингах (в общем списке) в 2020 г.» в дорожных картах и/или программах развития до 2020 г. по всем 23 вузам - участникам Проекта⁶.

N	ВУЗ	Индикатор - План			Индикатор - Факт			Выполнение		
		ARWU	QS	THE	ARWU	QS	THE	ARWU	QS	THE
1	МГУ	50	50	50	93	74	174	Да	Да	Нет
2	СПбГУ	100	100	100	301-400	225	601-800	Нет	Нет	Нет
3	МФТИ	151-200	50-100	75-100	401-500	281	201-250	Нет	Нет	Нет
4	НГУ	300-400	90-100	150-200	501-600	228	601-800	Нет	Нет	Нет
5	МИФИ	-	51-101	121-170	701-800	314	401-500	-	Нет	Нет
6	УФУ	-	100	250	701-800	331	1001+	-	Нет	Нет
7	ВШЭ	-	51-100	151-200	801-900	298	251-300	-	Нет	Нет
8	ТГУ	-	51-100	151-200	801-900	250	501-600	-	Нет	Нет
9	ИТМО	-	171	251-300	901-1000	360	501-600	-	Нет	Нет
10	КФУ	-	99	115	901-1000	370	601-800	-	Нет	Нет
11	МИСыС	-	-	100	901-1000	428	601-800	-	-	Нет
12	СПбПУ	-	50-101	150-200	-	401	301-350	-	Нет	Нет
13	ТГПУ	401-500	51-101	151-200	-	401	801-1000	Нет	Нет	Нет
14	ДВФУ	-	200	950	-	493	1000+	-	Нет	Нет
15	СГАУ	-	251-300	-	-	591-600	1000+	-	Нет	-
16	ННГУ	-	1-100	251-300	-	601-650	1000+	-	Нет	Нет
17	ЛЭТИ	-	51-100	51-101	-	701-750	1000+	-	Нет	Нет
18	1-МГМУ	-	301-350	351-400	-	-	-	-	Нет	Нет
19	РУДН	-	301-351	501-600	-	326	801-1000	-	Да	Нет
20	БФУ	-	100	-	-	-	1000+	-	Нет	-
21	СФУ	401-500	201-250	301-350	-	1001+	1000+	Нет	Нет	Нет
22	ТюмГУ	-	401-450	-	-	-	-	-	Нет	-
23	ЮУрГУ	-	251-300	401-500	-	801-1000	1001+	-	Нет	Нет

Нейросетевые методы кластеризации данных для оценки качества управления и достижимости целей Проектом «5 в 100». В 2014 г. авторами был предложен подход к использованию нейросетевых методов кластеризации данных к оценке позиций российских университетов в авторитетных мировых рейтингах в 2020г. на основе показателей их деятельности, представленных в информационной базе данных InCites за 2012 г., и целевых показателей, указанных в программах их развития до 2020 г. [3, 4, 5].

Ниже, на рис. 1, Отражены результаты кластеризации на основе данных о деятельности вузов, представленных в информационной БД InCites за 2012 г.

⁶Значение данного индикатора программ развития для МГУ, СПбГУ и МИФИ считается выполненным, если его значение было достигнуто хотя бы в одном из рейтингов ARWU, QS, THE

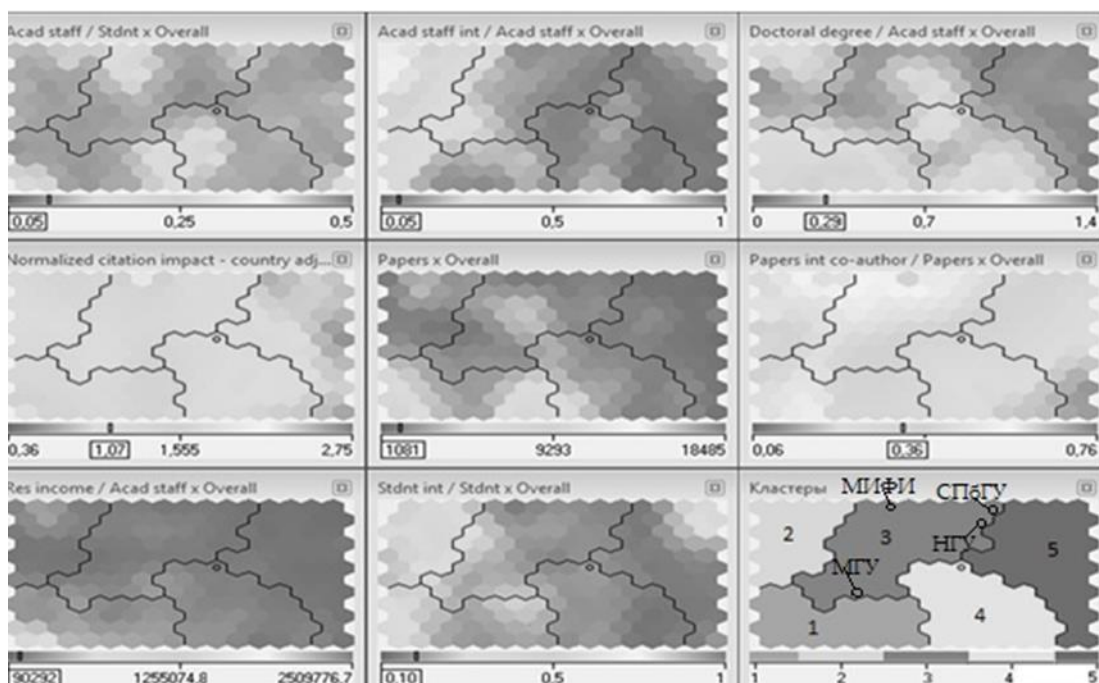


Рис.1. Кластеризация университетов на основе данных InCites 2012 г.

На основе данных за 2012 г. в InCites и карт Кохонена доказано, что возможность попадания в Топ-100 мировых рейтингов к 2020 г. была лишь у одного российского университета - МГУ [3, 4, 5].

Предложенный нами подход применения карт Кохонена к анализу конкретного УР, на примере Проекта «5 в 100», подтвердил преимущества нейросетевых методов:

- на основе количественных показателей деятельности ведущих российских вузов из базы InCites за 2012 г. еще в 2014 г. был сделан объективный прогноз и оценка реальной достижимости стратегической цели Проекта «5 в 100». Этот прогноз полностью подтвердился. Цель, обозначенная в Указе Президента России, не была достигнута. Более того, показатель выполнимости Указа Президента составил 20% (1 из 5), а показатель выполнимости ключевого индикатора дорожных карт и программ развития по всем 23 вузам - участникам Проекта, составил 4,3% (1 из 23);
- кластеризация выборки из базы InCites за 2012 г. по ключевым показателям деятельности ведущих университетов позволила дополнительно осуществить объективную оценку ведущих российских вузов – кандидатов на участие в Проекте «5 в 100». Так, например, результаты кластеризации и учет значения ключевого индикатора программ их развития в 2020 г. в Топ 100 хотя бы одного из общих мировых рейтингов дает следующий приоритетный список не более чем из 12 возможных вузов-участников Проекта: МГУ, СПбГУ, МИФИ, НГУ, МФТИ, ВШЭ, ТГУ, УрФУ, МИСиС, КФУ, ТПУ, ННГУ [3, 4, 5].

Преимущества нейросетевых методов для анализа качества принимаемых УР (на примере Проекта «5 в 100») подтверждают целесообразность их использования в государственной образовательной политике.

Методы нечеткой логики для оценки успешности реализации Проекта «5 в 100» в высшей школе России. Кроме показателей деятельности университетов, имеющих числовое представление в базе InCites за 2012 год, для оценки конкурентоспособности отдельных вузов и национальной системы высшего образования в целом были дополнительно выделены еще две группы ключевых показателей (финансово-экономические и административно-правовые), оценки по которым могут быть даны экспертами лишь в качественной (вербальной) форме. В связи с этим оказалось эффективным использование «модели на основе системы нечеткого управления», где нечетко-множественные конструкции позволяют экспертам формировать базу правил на естественном языке и подбирать параметры системы нечеткого вывода. Для этих двух групп качественных показателей нами использована система нечеткого вывода типа Мамдани, которая на основе нечетких правил и конкретных реализаций каждого показателя позволила оценить обобщенные характеристики финансово-экономических и административно-правовых показателей российской высшей школы как в нечеткой, так и в точной форме.

Для оценки выполнимости Проекта «5 в 100» использованы следующие исходные данные, соответствующие экспертным оценкам по состоянию на 2012 г. [5, 6]: уровень государственных расходов в рамках Проекта «5 в 100» - 4 балла (средний); доля расходов бюджета РФ на образование из федерального бюджета – 2 балла (низкая); объем привлечения дополнительного целевого финансирования из внебюджетных источников – 3 балла (низкий); уровень нормативно-правового обеспечения выполнения Проекта – 3 балла (низкий); уровень системы менеджмента российских университетов – 4 балла (средний); социально-экономический и правовой статус ППС вузов – 3 балла (низкий); объективные показатели деятельности университетов (на основе результатов кластеризации) – 2 балла (низкий).

Дефаззифицированные значения для оценки групп финансово-экономических и административно-правовых показателей на основе систем нечеткого вывода и оценок значений факторов, приведенных выше составляют 2,31 и 3,35 балла соответственно. Полученные выше значения вместе с оценкой Объективных показателей деятельности университетов (2 балла) используются в качестве входных значений для системы нечеткого вывода, формирующей итоговую интегральную на уровне всей российской высшей школы «Оценку выполнимости Проекта «5 в 100» [6]. Результат работы системы, реализованной в среде Matlab, представлен на рис. 3 в виде нечеткого числа, которому, может быть поставлено в соответствие точное значение.

Дефаззифицированное на основе метода «центра тяжести» значение интегральной оценки выполнимости Проекта «5 в 100» по состоянию на 2012 г. составляет 2.36 балла, но максимальная степень принадлежности итогового нечеткого числа имеет диапазон от 0 до 3.3 балла, что соответствует термножеству «низкая».

Таким образом, применение методов нечеткой логики к анализу ключевых финансово-экономических, административно-правовых и количественных по-

казателей развития высшей школы России в 2012 г. позволило сделать достоверный прогноз о том, что в сложившихся условиях достижение стратегических целей Проекта «5 в 100» невозможно. Проект «5 в 100» оказался по объективным показателям несвоевременным и нереалистичным поскольку на уровне всей российской высшей школы не были созданы необходимые условия для его успешной реализации.

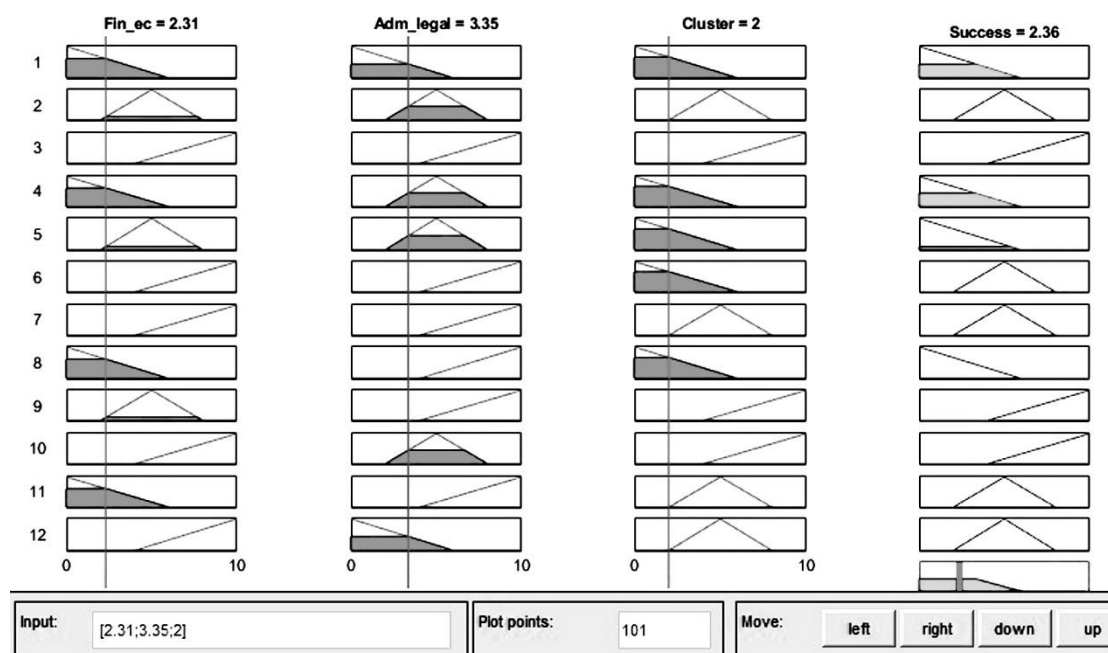


Рис. 3. Результат работы системы нечеткого вывода, определяющей оценку выполнимости Проекта «5 в 100» по данным 2012 г.

Заключение. В целом сравнительный анализ реальных результатов реализации Проекта «5 в 100» и их прогноза средствами интеллектуального анализа данных подтверждает целесообразность применения этих методов в государственной образовательной политике и практике оценки возможностей осуществления любых крупномасштабных проектов в будущем, в частности, связанных с развитием российской системы высшего образования.

Литература

1. Чернова Г.В., Халин В.Г. Проект «5 в 100»: системные риски государственного управления и их реализация // Управление риском. 2021. №2 (98). С. 3-15.
2. Khalin, V.G., Chernova, G.V., Yurkov, A.V., Zaboev, M.V. Systemic Risks of Government Control Over Large-Scale Projects in the Development of the Russian Higher School. In: System Analysis in Engineering and Control. SAEC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer, Cham. 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-98832-6_46
3. Мелешкин М.И. Оценка перспективы вхождения ведущих университетов России в Топ-100 мировых рейтингов университетов по версии TIMES HIGHER EDUCATION // Экономика и управление. 2014. № 6 (104). С.55-61.
4. Забоев М.В., Мелешкин М.И. Оценка перспектив вхождения российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов с использованием нейросетевых методов кластеризации данных // Прикладная информатика. 2015. Т. 10. № 3 (57). С. 52-61.
5. Mikhail Zaboev, Mikhail Meleshkin, Vladimir Khalin. Evaluation of current location and prospects of the European and Russian universities among the world's leading universities with the use of neural network methods clustering of

data // International Conference “New Challenges of Economic and Business Development – 2016. Society, Innovations and Collaborative Economy” Proceedings. May 12–14, 2016, Riga, University of Latvia, p. 928-937.

6. Глобальная конкурентоспособность ведущих университетов: модели и методы ее оценки и прогнозирования / под общ. ред. В.Г.Халина. Москва: Проспект, 2018. – 544с.

*А.И. Лазарев, студ.; рук. А.Э. Заенчковский, д.э.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОТОКОЛОВ ИНКАПСУЛЯЦИИ ТРАФИКА В РАЗРЕЗЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В настоящее время важность и неотъемлемость информации и работы с ней на всех этапах жизнедеятельности человека, общества и производственно-хозяйственной деятельности неоспорима. Усиление роли информации и скорость этих изменений толкают к соответствующей трансформации обеспечивающие ее объекты инфраструктуры, сервисы и сферы поддержки [1,2].

Одной из актуальных и динамично развивающихся областей данного направления является формирование подходов и средств реализации возможностей передачи данных, а также организация и обеспечения эффективности данной деятельности [3,4]. Она включает в себя вопросы создания инструментов передачи, приема данных между отдельными субъектами одной или нескольких систем и обеспечение безопасности такого взаимодействия на программном, аппаратном, организационном и межорганизационном уровнях. На реализацию этих функций направлены исследования в области протоколов туннелирования, представляющих собой систему правил связи, которые позволяют передавать данные из одной сети взаимосвязанных участников в другую, используя инкапсуляцию [5]. Вариантов протоколов существует множество. Среди них можно выделить – протоколы передачи данных File Transfer Protocol (FTP), Server Message Block (SMB), а также комплексные решения (сетевое хранилище Qnap, облачное хранилище данных NextCloud). Однако стоит отметить, что наличие значительного числа программных и аппаратных средств, реализуемых близкие или смежные из указанных функций, только подтверждает невозможность создания универсального решения по реализации информационно-коммуникационного взаимодействия между субъектами производственно-хозяйственных отношений. Активное развитие сложных кластерных научно-промышленных систем, обусловленное современными изменениями внешних условий и потребностями самих субъектов хозяйствования, также определяет необходимость учета особенностей такой формы организации деятельности при их информационно-коммуникационном взаимодействии. Основными направлениями развития подходов и инструментов в этой области являются оптимизационные задачи, среди которых можно выделить минимизацию задержки при децентрализованном (P2P) подходе, снижение нагрузки на сеть и максимизацию скорости трафика за счет многопоточности. Также актуальное значение

имеют вопросы обеспечения безопасности при информационно-коммуникационном взаимодействии в таких системах. В рамках данного исследования будут проанализированы существующие базовые протоколы инкапсуляции интернет-соединения, имеющие возможности реализовывать интерактивный обмен данными в рамках сложных систем взаимодействия несколько разнородных субъектов, с учетом обеспечиваемого ими уровня безопасности передаваемых сведений.

Большинство решений в области организации безопасной передачи данных опирается на использование технологии инкапсуляции трафика в защищенный виртуальный туннель через выделенный адаптер (virtual private network – vpn), накладываемый поверх основного интернет-соединения. Данная практика реализуется посредством инициализации виртуального адаптера на физическом устройстве одного из субъектов, посредством которого этот субъект (или в данном случае «клиент») получает доступ к определенному сегменту сети сервера (Рисунок 1).

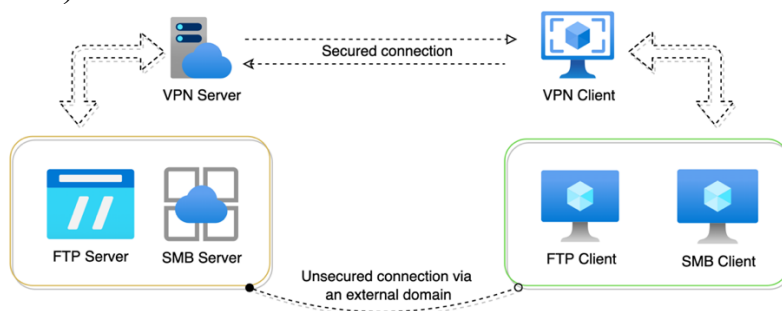


Рисунок 1 – Схема инициализации соединения между сервером и клиентом

Использование такого подхода дает возможности дифференциации доступа к сети и предоставление его лишь только некоторым, выборочным, клиентам. Кроме того, это формирует своего рода устойчивый и безопасный «мост» между отдельными элементами системы или системами в целом. Наличие такого «моста» позволяет в дальнейшем использовать уже только базовые протоколы передачи данных (FTP, SMB, etc.), так как минимальные требования для безопасного взаимодействия уже будут реализованы. Наиболее популярными решениями по обеспечению туннелирования сегментов сети на программном уровне являются OpenVPN, Algo VPN, SoftEther VPN, WireGuard. Они при наличии специализированной конфигурации представляют возможности достаточно безопасного информационно-коммуникационного обмена через «выделенный» туннель.

1. OpenVPN является распространенным ввиду наличия значительного числа параметров для настройки конфигурации реализуемого решения под конкретное программное обеспечение, имеющееся у производственно-хозяйствующего субъекта. Также необходимо отметить легкость и низкую стоимость внедрения и последующей поддержки за счет возможностей автоматизированного удаленного управления клиентами посредством веб-интерфейса [6]. Безопасность взаимодействия реализуется посредством пред-

инсталлированного ключа для клиента, а также за счет использования авторизации по уникальному сертификату и по паре логин / пароль. Среди недостатков можно выделить необходимость установки стороннего ПО на всех клиентских устройствах и сервере, ограничения в «поддержке» для мобильных платформ, а также отсутствие графического интерфейса для конфигурации в бесплатных редакциях ПО.

2. Особенности Algo VPN раскрываются в оригинальной комбинации протоколов VPN WireGuard и IPSec [7]. Такое решение позволяет реализовывать такие преимущества как: поддержка протокола безопасности IKEv2, автоматизированная генерация конфигурационных файлов и формирование QR-кода при инициализации соединения, а также поддержка блокировщика рекламы за счет внешнего DNS-сервера. Из минусов – отсутствие поддержки TLS и других устаревших протоколов.

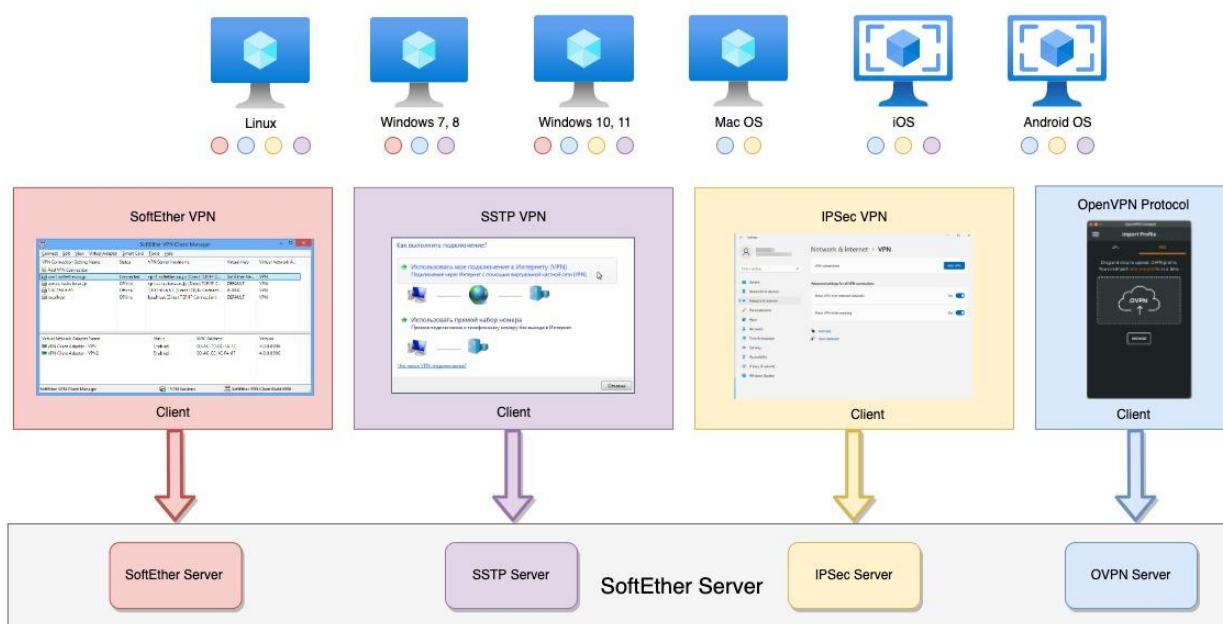


Рисунок 2 – Сравнительная схема инициализации соединения в SoftEther VPN

3. SoftEther VPN является достаточно мощным и простым решением для развертки и поддержки VPN-соединений с мультиплатформенной поддержкой. Среди преимуществ можно выделить функционал клонирования OpenVPN серверов, быстрое и безопасное соединение за счет туннелирования посредством SSL-VPN на базе HTTPS протокола [8]. Реализация преимуществ данного решения представлена на рисунке 2. SoftEther имеет интегрированный DNS-сервер, 256-битное AES / 4096-битное RSA шифрование, пропускную способность до 1 Гб/с.

4. WireGuard является самым быстрым и простым решением из рассматриваемых за счет использования системы двухсторонней верификации ключей на клиенте и сервере – протоколом поддерживается раздельное шифрование компонентов через Curve25519 и Poly1305. Недостатками являются сложности при конфигурации большой базы клиентов и последующей ее настройки при частой

и значительной динамической их смене, а также организация работы для временных сотрудников организации.

Для наглядного сравнения выделенных программных решений по ключевым факторам была составлена сводная таблица 1.

Таблица 1 – Сравнение популярных протоколов по ключевым факторам

Признак	OpenVPN	AlgoVPN	SoftEther VPN	WireGuard
Лицензирование	GNU GPL	AGPL-3.0	Apache License 2.0	GPLv2
Поддержка платформ	Windows, Mac OS, Linux, iOS, Android	Windows, Linux, Mac OS, Android	Windows, Linux, Mac OS, Android	Windows, Linux, Mac OS, Android
Методы шифрования	OpenSSL	IKEv2	AES 256, RSA 4096	ChaCha20, Curve25519, BLAKE2s, SipHash24, HKDF
Уязвимости	Отсутствуют	Отсутствуют	CVE-2019-11868	Устранены

На основе таблицы 1 можно сказать, что в результате анализа существующих в настоящее время программных решений по развертке VPN сервера для реализации информационно-коммуникационного обмена в научно-промышленных кластерах наиболее предпочтительным является WireGuard за счет отсутствия уязвимостей и наличия множества протоколов для шифрования отдельных блоков. В качестве альтернативного варианта возможно использовать средства OpenVPN туннелирования с открытым исходным кодом и наличием широкого функционала. AlgoVPN / SoftEther VPN также может быть применено для реализации систем информационного взаимодействия в рамках кооперации, однако их слабая адаптация и устаревшие технологии шифрования не позволят обеспечить должного уровня безопасности при передаче конфиденциальных данных.

Развитие WireGuard / OpenVPN протоколов направлено главным образом на повышение их адаптивности и расширение функциональных возможностей. Среди модифицированных вариантов WireGuard можно выделить проект wg-easy, позволяющий с легкостью запускать WireGuard туннель в Docker-контейнере с управлением через web-интерфейс [9].

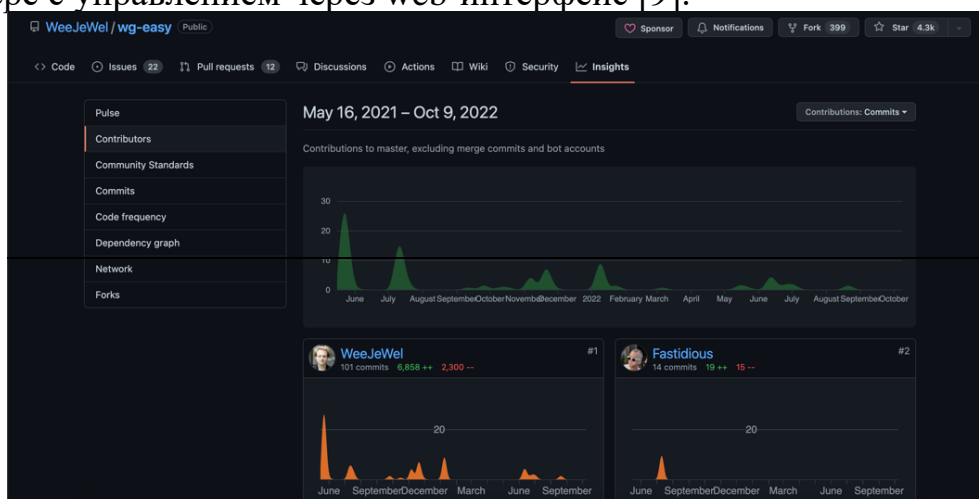


Рисунок 3– Статистика wg-easy репозитория

Как можно увидеть из рисунка 3, за период с 16 мая по 9 октября 2022 года, участниками проекта было внесено 123 коммита, более 5 тысяч вставок программного листинга, и более 4 300 добавлений в избранное у пользователей ресурса. Данные показатели отражают успешность практической реализации модификации протокола в проекте и спрос на него среди пользователей WireGuard протокола. Ключевыми в данном решении являются возможности развитого функционала клонирования репозитория разработчика в личный кабинет для последующей адаптации проекта (fork), показатель которого составляет 399 копий.

По результатам исследования можно утверждать, что реализация защищенного туннеля на базе программных продуктов WireGuard и OpenVPN может позволить обеспечивать эффективный информационно-коммуникационный обмен между субъектами кластерных образований, а описанные направления усовершенствования существующих решений могут быть положены в основу формирования экосреды кластера.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
(проект № 22-21-00487).*

Литература

1. Кириллова Е.А., Епифанов В.А., Маслов И.Д., Павлова Е.А. Возможности инфраструктурного обеспечения инновационных процессов в промышленности на современном этапе // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. 2022. Т. 21. № 1. С. 43-51
2. Мешалкин В.П., Какатунова Т.В., Дли М.И. Влияние рисков информатизации на инновационную деятельность в региональных промышленных комплексах // Транспортное дело России. 2011. № 4. С. 66-68.
3. Липунцов Ю.П. Подготовка данных для информационного обмена // Прикладная информатика. 2019. Т.14. № 5(83). С. 74-85.
4. Мешалкин В.П., Дли М.И., Пучков А.Ю., Лобанева Е.И. Предварительная оценка прагматической ценности информации в задаче классификации на основе глубоких нейронных сетей // Прикладная информатика. 2021. Т.16. № 3(93). С.9-20.
5. Юркин Д.В., Уткина А.А., Первушин А.О. Формализованный анализ протоколов аутентификации // Информационно-управляющие системы. 2018. №2(93). С. 76-83.
6. Stewart M. J., Kinsey, D. Network Security, Firewalls, and VPNs (Issa). 3rd ed. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 2020. 481 p.
7. GitHub - trailofbits/algo: Set up a personal VPN in the cloud // GitHub [Электронный ресурс], URL: <https://github.com/trailofbits/algo> (дата обращения 25.08.2022).
8. SoftEther VPN Project // SoftEther VPN Project [Электронный ресурс], URL: <https://www.softether.org/> (дата обращения 25.08.2022).
9. GitHub - WeeJeWel/wg-easy: The easiest way to run WireGuard VPN + Web-based Admin UI // GitHub [Электронный ресурс], URL: <https://github.com/WeeJeWel/wg-easy> (дата обращения 25.08.2022).

В.Г. Чернов, д.э.н. проф.
**(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ))**

МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Для большого количества задач принятия решений исходные данные могут быть представлены в виде матрицы,

$$S = \|s_{ij}\|, i = \overline{1, M}, j = \overline{1, N}, \quad (1)$$

в которой число строк соответствует числу возможных альтернативных решений $A = \{a_i : i = \overline{1, M}\}$, а число столбцов может определяться либо размерностью множества критериев оценки альтернатив, либо множества состояний «природы» – объективных условий, в которых приходится принимать решение. Определение значений элементов матрицы (1) является наиболее трудной и ответственной задачей. Достаточно часто в этом процессе используются экспертные оценки, которым принципиально свойственна неопределенность нестатистического характера, наличием которой зачастую пренебрегают, представляя значения элементов матрицы (1) точечными числами.

Одним из способов формализации нестатистической неопределенности являются нечеткие множества. В то же время необходимо отметить, что формулирование задачи в нечетко-множественной форме требует определенных знаний, которыми могут не располагать лица, формулирующие задачу или принимающие решение.

Поэтому будем рассматривать подход, когда первоначально исходные данные задаются в традиционной форме точечных чисел, которые затем вводятся в нечеткую систему поддержки принятия решений. В этой системе поступившие данные подвергаются фаззификации и последующей обработке.

Для этого процесса необходимо построить терм-множество нечетких, лингвистических значений

$$T = \{\tau_k : k = \overline{1, K}\}, \quad (2)$$

руководствуясь, например, рекомендациями [1], и соответствующие нечеткие множества, например $T = \{\text{низкое}(L), \text{ниже среднего}(LM), \text{среднее}(M), \text{выше среднего}(HM), \text{высокое}(H)\}$.

$$\tilde{M} = \{\mu_{\tau_k}(z) / z \in [z_{\min}, z_{\max}]\},$$

формализующие лингвистические оценки из (2), $[z_{\min}, z_{\max}]$ – область определения значений элементов матрицы (1). Выбор вида функций принадлежности может также выполняться на основе рекомендаций [1].

Процесс фаззификации можно представить как отображение

$$\Gamma : S \rightarrow (T, \tilde{M}).$$

В общем случае одному и тому же значению s_{ji} могут соответствовать два лингвистических значения τ_k и τ_{k+1} из (2), при этом

$$\mu_{\tau_k}(z = s_{ij}) \neq \mu_{\tau_{k+1}}(z = s_{ij}).$$

В зависимости от принятого соглашения в качестве результата фаззификации принимается значение $\tau \in T$, которому соответствует функция принадлежности с максимальным значением при $z = s_{ij}$, т.е.

$$\mu'_{s_{ij}}(z) = \max\{\mu_{\tau_k}(z = s_{ij}), \mu_{\tau_{k+1}}(z = s_{ij})\}, \quad (3)$$

либо $\tau = \tau_k \cap \tau_{k+1}$ с функцией принадлежности

$$\mu'_{s_{ij}}(z) = \mu_{\tau_k}(z = s_{ij}) \cup \mu_{\tau_{k+1}}(z = s_{ij}). \quad (4)$$

В результате матрица (1) преобразуется в матрицу с нечеткими, лингвистическими элементами

$$\tilde{L} = \|\tilde{l}_{ij}\|, \quad (5)$$

где \tilde{l}_{ij} – нечеткие оценки с, вообще говоря, произвольными функциями принадлежности.

Для иллюстрации изложенного выше и дальнейших решений рассмотрим пример. Изначально ситуация, требующая принятия решений, была задана чис-

ловой матрицей
$$S = \begin{vmatrix} 4 & 9 & 9 & 5 \\ 7 & 8 & 6 & 9 \\ 7 & 4 & 7 & 6 \\ 8 & 3 & 4 & 7 \end{vmatrix}.$$

В результате фаззификации при использовании соотношения (3) получим матрицу с лингвистическими оценками

$$\tilde{L} = \begin{vmatrix} M & H & H & M \\ HM & HM & M & H \\ HM & M & HM & M \\ HM & LM & M & HM \end{vmatrix}, \quad (6)$$

или по соотношению (4)
$$\tilde{L} = \begin{vmatrix} LM \cup M & HM \cup H & HM \cup M & M \\ M \cup HM & HM \cup H & M \cup HM & HM \cup H \\ M \cup HM & LM \cup M & M \cup HM & M \cup HM \\ M \cup HM & LM \cup M & LM \cup M & M \cup HM \end{vmatrix}. \quad (7)$$

В общем случае элементами матриц (6),(7) будут нечеткие множества с произвольным видом функций принадлежности. Для выбора наилучшего решения необходимо каким-то образом оценить каждую из альтернатив. Очевидно, что в случае лингвистических оценок, представленных матрицами (6) или (7), известные, например из исследования операций, методы не могут быть использованы. Однако, и в этой ситуации необходимо найти какую-то интегральную оценку возможных альтернативных решений.

Если предположить, что критерии оценки альтернатив имеют равную значимость или относительно вероятностей состояний природы отсутствуют достоверные сведения, то одним из вариантов интегральной оценки альтернативных решений может быть точечная оценка нечеткого множества [2]

$$r_i = \sum_i \frac{z_i}{n(\alpha_i)} d\alpha_i,$$

где z_i – значения аргумента функции принадлежности нечеткого множества такие, что $\forall z_i \mu(z_i) \geq \alpha_i \in [0,1]$,

$n(\alpha_i)$ – число значений z_i ,

$d\alpha_i = \alpha_i - \alpha_{i-1}$.

$$R = \frac{1}{\alpha_{max} - \alpha_{min}} \sum_i r_i.$$

Рассматривая строку матрицы (5) как совокупность нечетких множеств можно вычислить точечные оценки R_{ij} для каждого элемента этой строки и, соответственно среднюю точечную оценку

$$\bar{R} = \frac{1}{N} \sum_j R_{ij}. \quad (8)$$

Доказано[3], что чем более предпочтительной является лингвистическая оценка, формализуемая каким-то нечетким множеством, тем большее значение точечной оценки имеет это множество. Это позволяет утверждать, что наилучшей альтернативе будет соответствовать наибольшее значение оценки (6), т.е. $a_i^* \rightarrow \max_i \{ R_i \}$.

Для приведенного примера такой будет альтернатива a_2 .

Список литературы

1. Piegat A. Fuzzy modeling and control. Physica – Verlag, 2013, 804p.
2. Yager R.R. Multiple-objective decision – making using a fuzzy sets. //International Journal. Man - Machine Studies. 1977. Vol.9, No. 4. p.375-382.
3. Yager R.R. Multicriteria decisions with soft: an application of fuzzy set and possibility theory. // Fuzzy Mathematics. 1982. Vol.2, No. 2. Pt.1. p.21-28; Vol.2, No 3. Pt.2, p.7-16.

*А.Ф. Шориков, д.ф.-м.н., проф.
(Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург)*

ОПТИМИЗАЦИЯ ГАРАНТИРОВАННОГО РЕЗУЛЬТАТА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫПУСКОМ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ВЕКТОРНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ

В работе рассматривается экономико-математическая модель управления выпуском продукции предприятия, динамика которого описывается соответствующим векторным линейным дискретным рекуррентным соотношением при наличии фазового вектора, вектора управляющего воздействия (управления) и вектора, описывающего неопределенный априори спрос на продукцию (вектора спроса). Предполагается, что вектор управления принимает в каждый период времени только конечный набор значений, а фазовый вектор модели и вектор спроса ограничены соответствующими совместными системами линейных алгебраических равенств и неравенств. Качество процесса выпуска продукции оценивается векторной целевой функцией, значения которой определены на реализациях фазового вектора модели в финальный период времени. В рамках рассматриваемой экономико-математической модели формулируется многошаговая задача минимаксного программного управления [1-3] выпуском продукции предприятия при наличии векторной целевой функции и неопределенности спроса на его продукцию. Для исследуемой задачи предлагается методика ее решения, которая основывается на результатах работы [3].

На заданном целочисленном промежутке времени (далее просто – промежутке времени) $\overline{0, T}$ ($T \in \mathbf{N}$, здесь и далее, \mathbf{N} – множество всех натуральных чисел) динамика процесса выпуска продукции предприятия описывается векторным линейным дискретным рекуррентным уравнением вида

$$x(t+1) = A(t)x(t) + B(t)u(t) - s(t), \quad x(0) = x_0, \quad t \in \overline{0, T-1}, \quad (1)$$

где $x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))'$ – вектор количества выпуска продукции (сырья, материалов и др.) в период времени t или фазовый вектор системы, $x(t) \in \mathbf{R}^n$, $n \in \mathbf{N}$, x_0 – заданное начальное значение фазового вектора, $x_0 \in \mathbf{R}^n$ (здесь и далее, для $k \in \mathbf{N}$, \mathbf{R}^k – k -мерное векторное пространство векторов-столбцов, даже если из экономии места они записаны в строку; n – количество основных параметров, описывающих производственный процесс выпуска продукции предприятия (хранимых, промежуточных и выпускаемых продуктов, сырья, материалов и др.); $u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_p(t))'$ – вектор интенсивности использования имеющихся технологий производства продукции на предприятии в период времени t или вектор управляющего воздействия (управления) системы, $u(t) \in \mathbf{R}^p$, $p \in \mathbf{N}$ (p – количество технологических способов организации выпуска продукции предприятия, $p \leq n$); $s(t) = (s_1(t), s_2(t), \dots, s_n(t))'$ – вектор количества спроса на продукцию предприятия в период времени t , $s(t) \in \mathbf{R}^n$; $A(t) = \|a_{ii}(t)\|_{i \in \overline{1, n}}$ – есть диагональная матрица размерности $(n \times n)$, характеризующая «старение» продукции за этот период времени; $B(t) = \|b_{ij}(t)\|_{\substack{i \in \overline{1, n} \\ j \in \overline{1, p}}}$ – «технологическая матрица» производства продукции предприятия размерности $(n \times p)$.

Предполагается, что в рассматриваемом процессе управления выпуском продукции предприятия для каждого периода времени t , $t \in \overline{0, T}$, значения фазового вектора $x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))' \in \mathbf{R}^n$ должны удовлетворять следующему заданному геометрическому ограничению

$$x(t) \in \mathbf{X}^*(t) \subset \mathbf{R}^n, \quad (2)$$

где каждое множество $\mathbf{X}^*(t) \neq \emptyset$ и есть выпуклый многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^n , определяющий имеющиеся в процессе производства технико-экономические ограничения на основные параметры продукции, сырья и материалов предприятия и может описываться, например, следующим образом

$$\mathbf{X}^*(t) = \{x(t) : x(t) \in \mathbf{R}^n, C(t)x(t) \leq c(t)\} \neq \emptyset,$$

где $C(t)$ – есть заданная действительная матрица размерности $(m_t \times n)$ ($m_t \in \mathbf{N}$); $c(t)$ – заданный вектор, $c(t) \in \mathbf{R}^{m_t}$.

В рассматриваемом процессе управления для каждого периода времени t , $t \in \overline{0, T-1}$, значения вектора управления $u(t) = (u_1(t), u_2(t), \dots, u_p(t))' \in \mathbf{R}^p$, которым распоряжается субъект управления – менеджер P , должны удовлетворять следующему заданному ограничению

$$u(t) \in \mathbf{U}^*(t) = \{u^{(1)}(t), u^{(2)}(t), \dots, u^{(K_t)}(t)\} \subset \mathbf{R}^p, \quad (3)$$

где $K_t \in \mathbf{N}$; каждое множество $\mathbf{U}^*(t) \neq \emptyset$ и есть конечное множество из K_t векторов в пространстве \mathbf{R}^p , определяющее имеющиеся в процессе производства

технико-экономические ограничения на ресурсы управления выпуском продукции предприятия, т.е. определяет ресурс (возможные сценарии) управления.

Предполагается также, что в рассматриваемом процессе управления для каждого периода времени t , $t \in \overline{0, T-1}$, и фиксированного вектора управления $u(t) \in \mathbf{U}^*(t)$ менеджера P значения вектора спроса на продукцию $s(t) = (s_1(t), s_2(t), \dots, s_n(t))' \in \mathbf{R}^n$ должны удовлетворять следующему заданному геометрическому ограничению

$$s(t) \in \mathbf{S}^*(t; u(t)) \subset \mathbf{R}^n, \quad (4)$$

где каждое множество $\mathbf{S}^*(t; u(t)) \neq \emptyset$ и есть непустой выпуклый многогранник-компакт в пространстве \mathbf{R}^n , определяющий имеющиеся в процессе производства технико-экономические ограничения на спрос продукции предприятия и может описываться, например, следующим образом

$$\mathbf{S}^*(t; u(t)) = \left\{ s(t) : s(t) \in \mathbf{R}^n, D(t)s(t) + F(t)u(t) \leq d(t) \right\} \neq \emptyset,$$

где $D(t)$ и $F(t)$ – есть заданные действительные матрицы соответственно размерностей $(l_t \times n)$ и $(l_t \times p)$ ($l_t \in \mathbf{N}$); $d(t)$ – заданный вектор, $d(t) \in \mathbf{R}^{l_t}$.

Предполагается, что на рассматриваемом промежутке времени $\overline{0, T}$ в любой период времени τ , $\tau \in \overline{0, T}$, в процессе программного управления менеджером P измеряется и запоминается вектор $x(\tau) = x_\tau$ – фазовый вектор системы (1) в период времени τ ($x(0) = x_0$). Предполагается также, что система уравнений (1), описывающая динамику модели объекта управления, и ограничения (2) – (4), для него также известны.

Для каждого периода времени $\tau \in \overline{0, T}$ назовем набор $w(\tau) = \{\tau, x(\tau)\} \in \overline{0, T} \times \mathbf{R}^n$ ($w(0) = \{0, x(0)\} = \{0, x_0\} = w_0$) τ -позицией дискретной управляемой динамической системы (1) – (4) и определим множество $\mathbf{W}(\tau) = \{\tau\} \times \mathbf{R}^n$ ($\mathbf{W}(0) = \{w(0) = w_0 : w_0 = \{0, x_0\} \in \{0\} \times \mathbf{R}^n\} = \mathbf{W}_0$) всех допустимых τ -позиций рассматриваемой динамической системы.

Далее, для любого фиксированного промежутка времени $\overline{\tau, T} \subseteq \overline{0, T}$ ($\tau < T$) введем на основании ограничения (3) множество

$$\mathbf{U}(\overline{\tau, T}) = \left\{ u(\cdot) : u(\cdot) = \{u(t)\}_{t \in \overline{\tau, T-1}} \in \mathbf{R}^{p \times (T-\tau)}, \forall t \in \overline{\tau, T-1}, u(t) \in \mathbf{U}^*(t) \right\} \quad (5)$$

всех допустимых реализаций программных управлений $u(\cdot)$ менеджера P (всех возможных сценариев реализации управления) на этом промежутке времени.

Для каждого допустимого программного управления $u(\cdot) \in \mathbf{U}(\overline{\tau, T})$ менеджера P на промежутке времени $\overline{\tau, T}$, введем на основании ограничения (4) множество

$$\mathbf{S}(\overline{\tau, T}; u(\cdot)) = \left\{ s(\cdot) : s(\cdot) = \{s(t)\}_{t \in \overline{\tau, T-1}} \in \mathbf{R}^{n \times (T-\tau)}, \forall t \in \overline{\tau, T-1}, s(t) \in \mathbf{S}^*(t, u(t)) \right\} \quad (6)$$

всех допустимых программных функций спроса (всех возможных сценариев реализации вектора спроса) на этом промежутке времени, соответствующих программному управлению $u(\cdot)$.

Целевой функцией для рассматриваемого процесса программного управления является векторный функционал $\Phi_{\tau,T} = (\Phi_{\tau,T}^{(1)}, \Phi_{\tau,T}^{(2)}, \dots, \Phi_{\tau,T}^{(r)}) : \{\tau\} \times \mathbf{R}^n \times \mathbf{R}^{p(T-\tau)} \times \mathbf{R}^{n(T-\tau)} \rightarrow \mathbf{R}^r$, где значения каждого функционала $\Phi_{\tau,T}^{(k)} : \{\tau\} \times \mathbf{R}^n \times \mathbf{R}^{p(T-\tau)} \times \mathbf{R}^{n(T-\tau)} \rightarrow \mathbf{R}^1$, $k \in \overline{1, r}$, для допустимых реализаций наборов $(w(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) \in \mathbf{W}(\tau) \times \mathbf{U}(\tau, T) \times \mathbf{S}(\tau, T; u(\cdot))$, $w(\tau) = \{\tau, x(\tau)\} = \{\tau, x_\tau\} = w_\tau \in \mathbf{W}(\tau)$ ($w(0) = \{0, x(0)\} = \{0, x_0\} = w_0 \in \mathbf{W}_0$) определяются на основании соответствующего линейного функционала $\mathbf{F}_{\tau,T}^{(k)} : \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R}^1$ по формуле

$$\begin{aligned} \Phi_{\tau,T}^{(k)}(w(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) &= \mathbf{F}_{\tau,T}^{(k)}(x(T)) = \langle c^{(k)}(T), x(T) \rangle_n = \\ &= \langle c^{(k)}(T), \varphi_{\tau,T}(T; x(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) \rangle_n, \end{aligned} \quad (7)$$

где для $\delta \in \mathbf{N}$ и любых векторов $a, b \in \mathbf{R}^\delta$, здесь и далее, символом $\langle a, b \rangle_\delta$ будем обозначать скалярное произведение этих векторов в пространстве \mathbf{R}^δ ; $c^{(k)}(T)$ – заданные векторы, которые определяют, например, значения стоимости единицы параметров, описываемых фазовым вектором $x(T)$ в период времени T , $c^{(k)}(T) \in \mathbf{R}^n$, $k \in \overline{1, r}$; $x(T) = \varphi_{\tau,T}(T; x(\tau), u(\cdot), s(\cdot))$ – финальный фазовый вектор фазовой траектории $x(\cdot) = \{x(t)\}_{t \in \tau, T} = \varphi_{\tau,T}(\cdot; x(\tau), u(\cdot), s(\cdot))$ системы (1) на промежутке времени τ, T , соответствующей набору $(x(\tau), u(\cdot), s(\cdot))$, которая является допустимой, т.е. $\forall t \in \tau, T$, в силу ограничения (2), должно выполняться условие: $x(t) = \varphi_{\tau,T}(t; x(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) \in \mathbf{X}^*(t)$, $x(\tau) = x_\tau \in \mathbf{X}^*(\tau)$ ($x(0) = x_0 \in \mathbf{X}^*(0)$); $\varphi_{\tau,T} : \mathbf{R}^n \times \mathbf{R}^{p(T-\tau)} \times \mathbf{R}^{n(T-\tau)} \rightarrow \mathbf{R}^n$ – оператор правой части системы (1), который каждому набору $(x(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) \in \mathbf{R}^n \times \mathbf{U}(\tau, T) \times \mathbf{S}(\tau, T; u(\cdot))$, $x(\tau) = x_\tau \in \mathbf{X}^*(\tau)$ ($x(0) = x_0 \in \mathbf{X}^*(0)$) ставит в соответствие фазовую траекторию $x(\cdot) = \{x(t)\}_{t \in \tau, T}$ системы (1).

Для оценки качества рассматриваемого процесса программного управления введем обобщенную целевую функцию $\Psi_{\tau,T} : \{\tau\} \times \mathbf{R}^n \times \mathbf{R}^{p(T-\tau)} \times \mathbf{R}^{n(T-\tau)} \rightarrow \mathbf{R}^1$, значения которой для допустимых реализаций наборов $(w(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) \in \mathbf{W}(\tau) \times \mathbf{U}(\tau, T) \times \mathbf{S}(\tau, T; u(\cdot))$, $w(\tau) = \{\tau, x(\tau)\} = \{\tau, x_\tau\} \in \mathbf{W}(\tau)$ ($w(0) = \{0, x(0)\} = \{0, x_0\} = w_0 \in \mathbf{W}_0$) определяются на основании (7) по формуле

$$\begin{aligned}\Psi_{\overline{\tau,T}}(w(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) &= \sum_{k=1}^r \lambda_k \cdot \Phi_{\overline{\tau,T}}^{(k)}(w(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) = \sum_{k=1}^r \lambda_k \cdot \mathbf{F}_{\overline{\tau,T}}^{(k)}(\varphi_{\overline{\tau,T}}(T; x(\tau), u(\cdot), s(\cdot))) = \\ &= \sum_{k=1}^r \lambda_k \cdot \mathbf{F}_{\overline{\tau,T}}^{(k)}(x(T)) = \mathbf{F}_{\overline{\tau,T}}(x(T)), \forall k \in \overline{1, r}; \lambda_k \geq 0; \sum_{k=1}^r \lambda_k = 1,\end{aligned}\quad (8)$$

где $\Phi_{\overline{\tau,T}}^{(k)}$ – целевые функции (функционалы), значения которых определяются по формулам (7) на основе значений терминальных функционалов $\mathbf{F}_{\overline{\tau,T}}^{(k)}$ соответственно, $k \in \overline{1, r}$; λ_k – скалярные весовые коэффициенты, которые отражают значимость каждой из исходных целевых функций с точки зрения их влияния на значения обобщенной целевой функции $\Psi_{\overline{\tau,T}}$ в результате реализации допустимого набора $(w(\tau), u(\cdot), s(\cdot))$. Отметим, что целевая функция $\Psi_{\overline{\tau,T}}$ является скалярной сверткой векторной целевой функции $\Phi_{\overline{\tau,T}} = (\Phi_{\overline{\tau,T}}^{(1)}, \Phi_{\overline{\tau,T}}^{(2)}, \dots, \Phi_{\overline{\tau,T}}^{(r)})$ (см., например, [4]).

Будем считать, что менеджер P на промежутке времени $\overline{\tau, T}$ для каждой допустимой реализации τ -позиции системы $w(\tau) = \{\tau, x(\tau)\} = \tau, x_\tau = w_\tau \in \mathbf{W}(\tau)$ ($w(0) = \{0, x(0)\} = \{0, x_0\} = w_0 \in \mathbf{W}_0$) заинтересован в таком исходе процесса управления – путем влияния на него возможным выбором своих допустимых программных управлений $u(\cdot) \in \mathbf{U}(\overline{\tau, T})$, при котором обобщенная целевая функция $\Psi_{\overline{\tau,T}}$, определенная формулами (7), (8), принимает наименьшее возможное значение при наихудших, т.е. максимизирующих значение целевой функции $\Psi_{\overline{\tau,T}}$, допустимых реализаций функции спроса $s(\cdot) \in \mathbf{S}(\overline{\mathcal{G}, T}; u(\cdot))$ и обязательном выполнении фазового ограничения (2), т.е. $\forall t \in \overline{\tau, T} : x(t) = \varphi_{\overline{\tau,T}}(t; x(\tau), u(\cdot), s(\cdot)) \in \mathbf{X}^*(t)$, $x(\tau) = x_\tau \in \mathbf{X}^*(\tau)$ ($x(0) = x_0 \in \mathbf{X}^*(0)$).

В работе описывается формализация задачи минимаксного программного управления [1-3] выпуском продукции предприятия при наличии векторной целевой функции и неопределенности спроса. Для исследуемой многошаговой задачи, на основе работы [3], предлагается методика ее решения, которая реализуется в виде конечной последовательности решений только одношаговых задач линейного математического программирования, применения операций перехода от описания выпуклых многогранников-компактов (с конечным числом вершин) в виде наборов их вершин к описанию их в виде соответствующих конечных систем линейных алгебраических уравнений и неравенств и наоборот, т.е. применения операций двойственного описания многогранников-компактов, алгебраических операций над векторами в соответствующих конечномерных векторных пространствах и решении конечной дискретной оптимизационной задачи. Полученные в работе результаты могут использоваться при разработке информационных систем для поддержки принятия управленческих решений в процессах, экономико-математические модели которых представлены, например, в работах [4-6].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-28-01868 «Разработка агент-ориентированной модели сетевого промышленного комплекса в условиях цифровой трансформации»).

Список литературы

1. Красовский Н.Н. Теория управления движением. М.: Наука, 1968.
2. Красовский Н.Н., Субботин А.И. Позиционные дифференциальные игры. М.: Наука, 1974.
3. Шориков А.Ф. Минимаксное оценивание и управление в дискретных динамических системах // Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1997.
4. Тер-Криков А.М. Оптимальное управление и математическая экономика. М.: Наука, 1977.
5. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. М.: Наука, 1984.
6. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. Учебное пособие – М.: Финансы и статистика, 2014. – 416 с.

2. СТУДЕНЧЕСКИЙ ФОРУМ

*О.В. Булыгина, к.э.н., доц.; Е.А. Михайлов, студ.; Д.А. Прокопцев, студ.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕСОВМЕСТИМЫХ РЕМОНТОВ ЛЭП И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Электроэнергетические организации являются объектами критически важной инфраструктуры страны, от стабильности функционирования которых зависят все социально-экономические сферы. Возникновение проблем в работе электросетевого оборудования или линий электропередач (ЛЭП) может привести к прекращению или ограничению подачи электроэнергии потребителям. Главной задачей диспетчерского управления является контроль работы энергетической системы, оценка параметров ее функционирования, выдача разрешений на проведение ремонтных работ. В современных условиях осуществление данных процессов невозможно представить без применения информационных технологий, которые позволяют автоматизировать многие рутинные операции.

Определение возможности проведения ремонтов на конкретном участке Единой энергетической системы (ЕЭС) в значительной степени зависит от опыта и навыков сотрудника, ответственного за планирование проведения технического обслуживания и ремонтов (ТОиР). На основании расчетов пропускной способности ЛЭП, учета особенностей участков ЕЭС и электрогенерирующих объектов он либо разрешает, либо запрещает проведение конкретного ремонта на определенную дату, поскольку одновременно могут запрашиваться несколько мероприятий, осуществление которых, ввиду вышеуказанных особенностей, невозможно, так как может привести к повреждению или выходу из строя оборудования.

Таким образом, цена человеческого ошибки при расчете параметров сложной структуры ЕЭС крайне высока. Риски, связанные с принятием неверного управленческого решения, могут стать причиной масштабных аварий, имеющих негативный экономический, экологический, социальный эффект. В этой связи возникает актуальная научная задача разработки инструментов поддержки принятия решений по планированию проведения ТОиР ЛЭП и электросетевого оборудования, решение которой позволит повысить эффективность управления ЕЭС.

Для формирования плановых графиков работ ТОиР ЛЭП и электросетевого оборудования предлагается разработка информационной системы, которая будет определять возможные даты проведения таких работ в рамках заданных ограничений. В результате будут формироваться прогнозные сведения о несовместимых ремонтах ЛЭП и электросетевого оборудования (т.е. о ремонтах, проведение которых невозможно одновременно ввиду высокой вероятности

выхода параметров электроэнергетического режима из области допустимых значений в ремонтной схеме).

Алгоритмическое обеспечение такой системы нацелено на обнаружение скрытых зависимостей во входных данных с целью построения прогноза, который в дальнейшем станет основой для принятия управленческого решения. Результатом ее работы будут вероятные даты, на которые могут приходиться несовместимые ТОиР электрооборудования и ЛЭП, что позволит заранее оценивать простой оборудования, возможности по его замене на спрогнозированную дату / период, рассчитываемые специалистами исходя из среднего простоя (бездействия) оборудования при его восстановлении. Входными данными будут статистические сведения о проведенных работах за конкретный промежуток времени, а выходными – спрогнозированные даты проведения последующих ремонтов.

Выше описываемую систему можно отнести к такому классу, как интеллектуальные информационные системы (ИИС), основываемые на знаниях. В общем, под ИИС понимается комплекс программных, лингвистических и логико-математических средств, задачей которых является поддержка деятельности человека и поиск информации на диалоговом уровне между пользователем и системой [1]. Их отличительными характеристиками являются:

- высокое развитие коммуникативных способностей;
- способность решать сложные задачи, требующие построения «индивидуального» алгоритма;
- наличие возможностей по самообучению, т.е. по самостоятельному извлечению знаний системой с целью дальнейшего решения задач на основе накопленного опыта;
- адаптивность (возможность «развития» ИИС в связи с изменением модели предметной области).

В соответствии с указанными признаками ИСС принято разделять на 4 группы [1, С. 9]: «Системы с коммутативными способностями»; «Экспертные системы»; «Самообучающиеся системы»; «Адаптивные системы». Разрабатываемая ИИС, решающая поставленную задачу прогнозирования, относится к самообучающимся системам, которые, например, могут быть построены на основе искусственных нейронных сетей.

В электроэнергетической отрасли существуют примеры применения нейросетевых моделей для решения различных задач (прогнозирования, оптимизации, классификации). Так, в 1990-е годы были проведены эксперименты по использованию нейросетевых технологий для прогнозирования электрической нагрузки на 3 месяца и пиковых значений нагрузки [2]. Также известной технологией, применяемой в электроэнергетике, являются «Интеллектуальные сети» (*Smart Grid*) [3]. Ее основными характеристиками является способность обнаружения, анализа и реагирования на проблемы в сети; автоматизация подстанций; взаимодействие с пользователями электроэнергии.

Построение искусственных нейронных сетей (ИНС) основано на принципах функционирования биологических нейронов. В общем, ИНС представляет

собой систему нейронов, взаимосвязанных между собой каналам передачи информации. Формальный или искусственный нейрон является математической моделью обработчика (процессора) и состоит из синапсов (умножителей), сумматора и нелинейного преобразователя. Функционирование ИНС происходит путем реализации многомерной математической функции.

Среди основных архитектур нейронных сетей в настоящее время выделяют модели однослойных, многослойных сетей прямого распространения и рекуррентные сети, имеющие обратное прохождение сигнала. Для предлагаемой ИИС предпочтительным вариантом является многослойная сеть со скрытыми слоями нейронов, поскольку сети такого рода позволяют выявлять наиболее сложные закономерности между входными и выходными данными [4].

ИНС прямого распространения содержит один или несколько слоев нейронов, связи между которыми в пределах одного слоя отсутствуют. Другой особенностью данной топологии является отсутствие обратной связи между слоями нейронов. Важно заметить, что количество входов, выходов и нейронов во внутренних слоях ИНС такого рода необязательно должно быть одинаковым [5, 6]. Наибольшая часть разрабатываемых ИНС относится к этому классу.

Многослойная ИНС состоит из определенного числа множеств нейронов, при этом слои могут иметь произвольное количество нейронов [7]. В разработанной ИИС пользователь самостоятельно указывает число нейронов в слоях (однако количество слоев заранее определено).

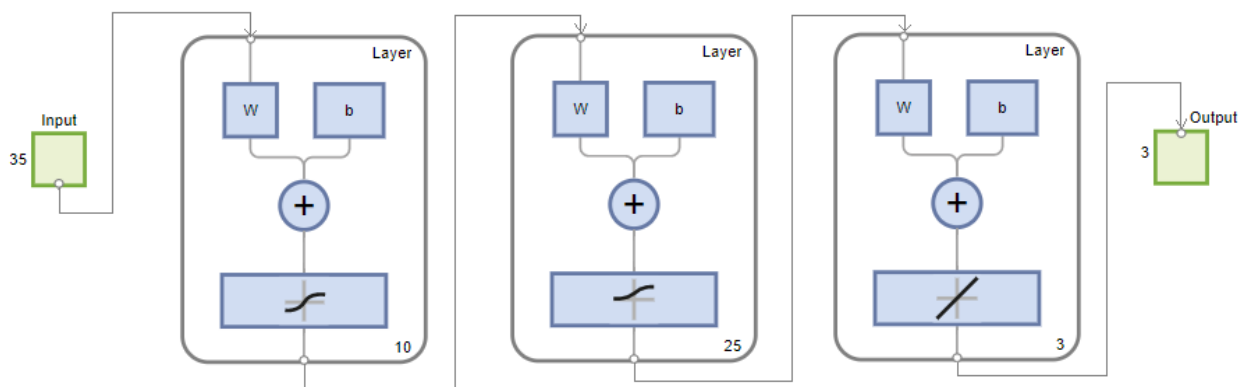


Рисунок 2 – Диаграмма ИНС

На рисунке 2 представлена диаграмма разработанной ИНС. Первый слой изначально включает в себя 10 нейронов, принимая 35 входов (исходный набор для обучения ИНС). Входные данные формируются модулем обработки статистических данных, который создает XML-файл, впоследствии считываемый модулем ИНС. На втором слое функционирует 25 нейронов, функцией активации является логистическая функция, относящаяся к классу сигмоидальных функций. Третий слой нейронов является выходных, его функция активации – линейная передаточная функция *purelin*. Количество нейронов слоя соответствует ожидаемому количеству выходов ИНС, т.е. количеству дней, для которых пользователь проводит прогноз.

База знаний, необходимых для составления прогноза, представляет собой таблицу, состоящую из трех столбцов (векторов):

– первый столбец хранит дату фактического проведения ремонтных работ (уже проведенных) в виде числового значения;

– второй столбец содержит идентификатор оборудования, так как система будет определять наименование оборудования, а также другие сведения (предприятие, объект и др.) по ключу;

– третий столбец – аналогичный второму, однако в нем указывается идентификатор оборудования, из-за которого появляется несовместимость (другими словами, ремонт исходного оборудования не совместим с данным в этот период времени).

Для создания такой структуры необходимо применение базы данных, в которой должны храниться все сведения об оборудовании. В разрабатываемом приложении предусмотрено два модуля, выполняющих разные функции.

Первый модуль представляет собой информационную систему, связанную с базой данных, в которой хранится вся информация об оборудовании, предприятиях, объектах, датах проведения ТОиР; кроме того, в ИИС реализован алгоритм подготовки входных данных для обучения ИНС. Для базы данных выделены следующие сущности, связь между которыми «один-ко-многим»: «Оборудование», «Предприятие», «Объект», «Вид ремонта», «Заявки».

Второй модуль реализует основной функционал – прогнозирование с помощью ИНС (включая некоторые программные алгоритмы внутри модуля). Применение модуля обязательно с информационной системой, подготавливающей данные для обучения ИНС и составления прогноза на указываемое пользователем количество дней.

Создание описанной ИНС проводилось в системе прикладных программ *Matlab*, в том числе с использованием инструментов пакета *Neural Network Training*.

Литература

1 Остроух А. В., Суркова Н.Е. Системы искусственного интеллекта [Электронный ресурс] : монография / изд. 2-е, стер. СПб. : Лань, 2021. URL: <https://e.lanbook.com/book/176662> (дата обращения: 27.05.2022).

2 Симонов Н., Ивенев Н. Опыт и перспективы применения искусственных нейронных сетей в электроэнергетике [Электронный ресурс] // Электроэнергия. Передача и распределение. 2019. №S4(15). С. 42-48. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41332116> (дата обращения: 29.05.2022).

3 Массель А.Г., Бахвалов К.С. Применение интеллектуальных технологий для решения проблемы научного обоснования стратегических решений по цифровой трансформации энергетики [Электронный ресурс] // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. №13. С. 47-60. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-intellektualnyh-tehnologiy-dlya-resheniya-problemy-nauchnogo-obosnovaniya-strategicheskikh-resheniy-po-tsifrovoy/viewer> (дата обращения: 30.05.2022).

4 Душкин Р. В. Искусственный интеллект [Электронный ресурс] / – М. : ДМК Пресс, Лань, 2019. 280 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/131703> (дата обращения: 30.05.2022).

5 Хливненко Л. В., Пятакович Ф.А. Практика нейросетевого моделирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / СПб. : Лань, 2019. URL: <https://e.lanbook.com/book/123697> (дата обращения: 31.05.2022).

6 Филимонов А. Б., Филимонов Н.Б. Основы нечеткой логики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. : РТУ МИРЭА, 2019. 88 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/171457> (дата обращения: 02.06.2022).

*О.В. Булыгина, к.э.н., доц.; В.И. Тимошенкова, маг.
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Миссия теплоэнергетического предприятия связана с обеспечением надежного и безопасного теплоснабжения физических и юридических лиц, что, в значительной степени, определяется состоянием основных средств и эффективностью его использования. На сегодняшний день разработано большое количество подходов к анализу состояния оборудования, которые основываются на использовании статистических методов.

Однако в процессе управления основными средствами на теплоэнергетическом предприятии (рис.1) могут возникать такие задачи, которые потребуют использования методов интеллектуального анализа. Например, в условиях ограниченности бюджета на обновление оборудования возникает задача его классификация с целью эффективного распределения выделенных финансовых ресурсов.

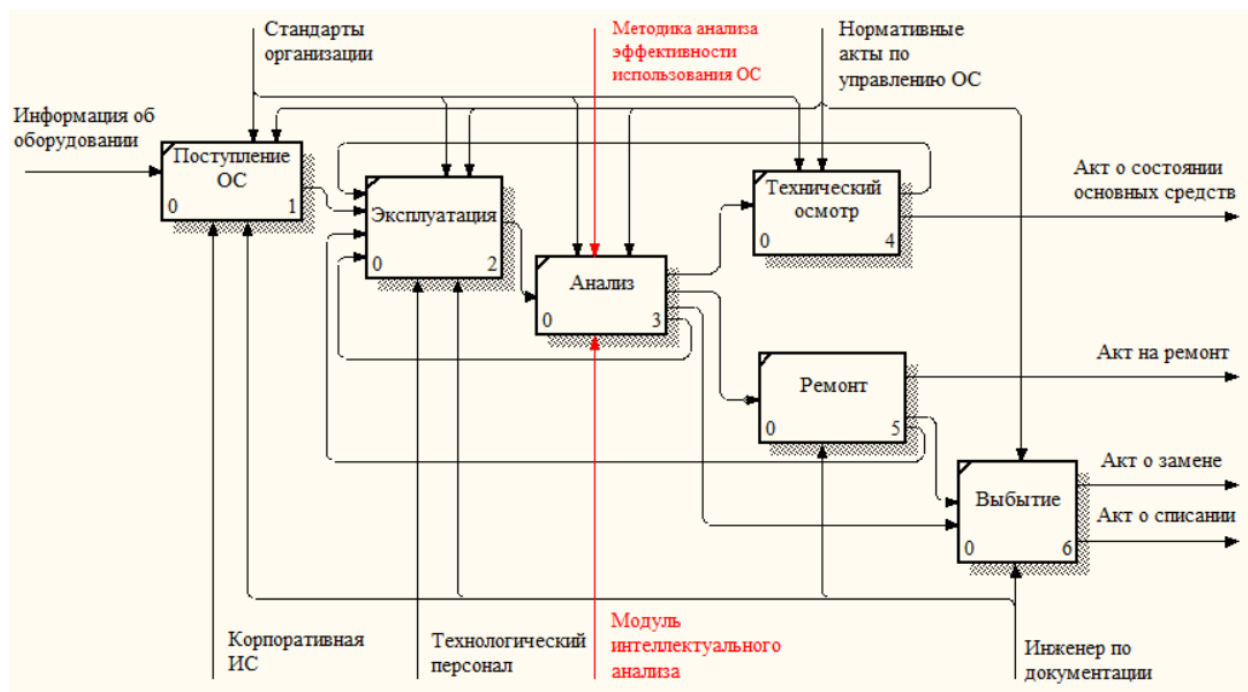


Рисунок 1 – Процесс управления основными средствами на теплоэнергетическом предприятии

Проведенный анализ различных методов решения вышеуказанной проблемы показал, что они не учитывают критичность, надёжность и эффективность использования анализируемого оборудования. В этой связи возникает актуальная научно-практическая задача разработки экономико-математического

метода классификации основных средств, применение которого позволит повысить эффективность процесса их управления на теплоэнергетическом предприятии.

Для решения поставленной научно-практической задачи предлагается использовать нейросетевые методы, которые позволяют анализировать разнотипные показатели [1]. Например, можно воспользоваться нечеткими нейронными сетями (в частности, *ANFIS*-сетью), в которых вывод осуществляется на основе аппарата нечеткой логики, а параметры функций принадлежности настраиваются в процессе обучения сети [2].

ANFIS (*Adaptive Network-based Fuzzy Inference System*) – это адаптивная нейросетевая модель, обучаемая классическими градиентными алгоритмами. Она представляет собой многослойную сеть, в которой слои выполняют функции элементов системы нечеткого вывода [3].

Структура *ANFIS*-сети, разработанной для решения поставленной задачи классификации, показана на рисунке 2.

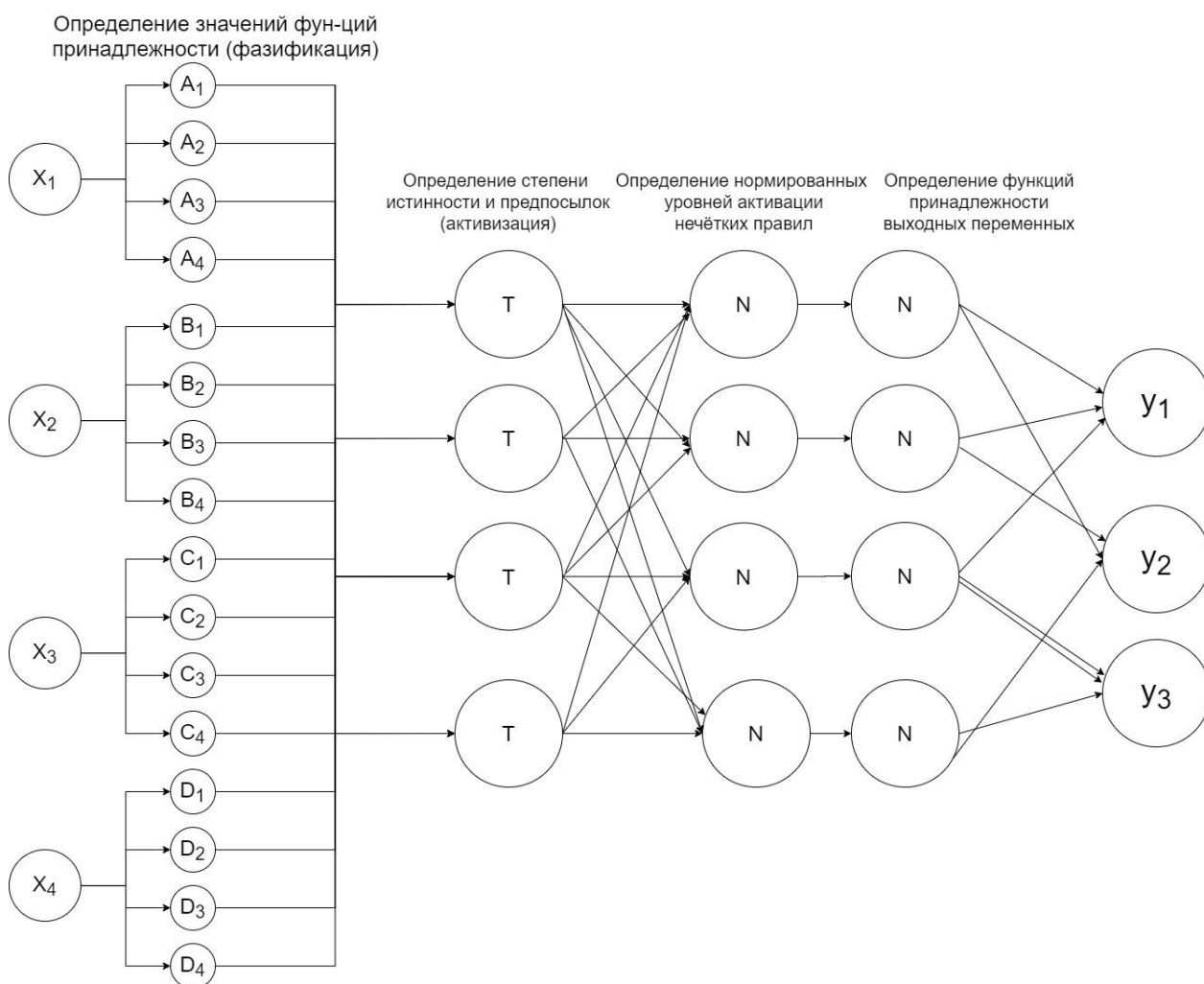


Рисунок 2 – Структура ANFIS-сети

На вход *ANFIS*-сети подаются значения четырех показателей (определяемые для конкретного оборудования): x_1 – экспертное мнение об эффективности

использования; x_2 – фондоемкость; x_3 – срок эксплуатации оборудования; x_4 – степень критичности.

В общем, ANFIS-сеть состоит из пяти слоев, которые выполняют следующие операции:

1 слой: вычисление значений функций принадлежности входных переменных;

2 слой: расчет произведения полученных на первом слое значений функций принадлежности;

3 слой: определение нормированных уровней активации нечетких продукционных правил;

4 слой: нахождение значений функций принадлежности выходных переменных, в том числе произведения значений синаптических весов и функций принадлежности;

5 слой: выбор класса, который является одним из выходов (y_1 – малоэффективное оборудование; y_2 – среднеэффективное оборудование; y_3 – эффективное оборудование).

Разработанный нейро-нечеткий классификатор, программно реализованный в виде модуля интеллектуального анализа, практически использовался для исследования теплоэнергетического оборудования на Смоленской ТЭЦ-2 (филиал ПАО «Квадра» - «Смоленская генерация») с целью поддержки принятия управленческих решений. В таблице 1 показаны полученные для разных типов оборудования результаты, в том числе класс эффективности и подходящее управленческое решение.

Таблица 3.1 – Результаты анализа теплоэнергетического оборудования с использованием нейро-нечеткого классификатора

Оборудование	x_1 Экспертное мнение об эффективности (%)	x_2 Фондоемкость (отн.ед.)	x_3 Фактический срок эксплуатации / заявленный срок (отн.ед.)	x_4 Степень критичности оборудования (1-10)	Класс эффективности	Решение
Турбина	20	0,257	0,34	8	малоэффективное	ремонт
Котёл	50	0,354	0,852	9	среднеэффективное	ТО
Трансформатор	40	0,268	0,257	4	малоэффективное	модернизация
Насос	70	0,294	1,25	7	эффективное	модернизация
Конденсатор	50	0,452	0,952	8	среднеэффективное	ремонт
Деаэратор	20	0,540	0,198	4	малоэффективное	списание

Как представляется, практическое применение разработанного нейро-нечеткого метода анализа эффективности использования оборудования позволит теплоэнергетическим предприятиям осуществлять эффективное управление основными средствами, что в результате благоприятно скажется на технико-экономических показателях предприятия в целом.

Литература

1. Sun C.T., Jang J.S. A neuro-fuzzy classifier and its applications // Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy System. San Francisco, 1993. P. 94-98.

2. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Наука, Физматлит, 2001.

3. Булыгина О.В., Музыченко А.С. Применение нейро-нечеткого классификатора для идентификации проектных рисков // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: Сборник трудов VII Международная научно-практическая конф. Тольятти, 2021. С. 114-118.

*М.Ю. Воротилова, студ.; О.В. Булыгина, к.э.н., доцент
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗВИТИЕ МАРКЕТИНГА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ

В настоящее время информационно-коммуникационные технологии стали неотъемлемой частью всех сфер социально-экономической жизни общества, вынуждая и организации, и население адаптироваться к реалиям новой цифровой эпохи. Одной из сфер, в наибольшей степени подвергшихся влиянию цифровизации, является торговля. С появлением возможностей продвижения и реализации товаров и услуг с помощью Интернет-технологий многие организации начали частично или полностью переходить на онлайн-формат.

Фармацевтическая отрасль не сразу попала под влияние цифровизации. Согласно Федеральному закону от 12.04.2010 г. №61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств», продажа лекарств дистанционным способом на территории Российской Федерации была запрещена до апреля 2020 года. Важнейшим фактором, который существенно ускорил адаптацию фармацевтического рынка к условиям цифровой экономики, стала пандемия новой коронавирусной инфекции *COVID-19*. Из-за введения различных ограничений (запрет на посещение заведений общепита, дистанционный формат работы и т.д.), организации различных сфер стали активнее развивать онлайн-бизнес, а покупатели – совершать покупки в Интернет-магазинах. В сложившихся условиях «жизненной» необходимостью стало разрешение дистанционных продаж безрецептурных лекарственных средств (для чего были внесены соответствующие изменения в вышеуказанный федеральный закон).

На сегодняшний день ePharma (Интернет-аптеки) является вторым по темпам роста сегментом eCommerce. В значительной степени этому поспособствовало разрешение доставки лекарственных средств на дом, а также подключение различных маркетплейсов. В результате произошло существенное увеличение числа Интернет-заказов (так, в 2020 году рост составил 140%, а в 2021 году – 60%) [1,2]. Также следует отметить благоприятные рыночные возможности для дальнейшего роста, поскольку удельный вес дистанционно продаваемых лекарств пока не превышает 10%.

В этой связи многие организации, работающие в сегменте ePharma, задумались об использовании инструментов Интернет-маркетинга (продвижение товаров и услуг в сети Интернет) для обеспечения эффективного взаимодействия с покупателями в целях развития своего бизнеса.

До разрешения дистанционных продаж лекарственных средств целевой

аудиторией для маркетинговых воздействий были промежуточные потребители – врачи, выдающие лекарственные назначения конечным потребителям (пациентам), а также фармацевты и провизоры в аптеках, имеющие возможность повлиять на их приобретение. Основным каналом продвижения были *face-to-face*-визиты медицинских представителей к целевой аудитории.

Цифровизация привела к появлению новых каналов продвижения продукции и коммуникации с промежуточными и конечными потребителями. На сегодняшний день эффективными маркетинговыми *digital*-инструментами являются контекстная реклама, *SEO*-оптимизация, поисковая реклама, а также реклама в социальных сетях. Такие инструменты хоть и не менее затратны по сравнению с традиционными, однако они более точны по воздействию на целевую аудиторию. Для фармацевтических компаний ключевым преимуществом Интернет-маркетинга является возможность формирования профиля конкретного потребителя на основе результатов анализа собираемой информации, что позволяет использовать инструменты продвижения с максимальной ориентацией на целевую аудиторию.

До 2020 года реклама лекарственных средств в различных источниках, в том числе в сети Интернет, могла лишь побудить потребителей к посещению аптеки с целью приобретения конкретного товара. Т.е. существовала вероятность того, что он не посетит аптеку или купит лекарство другого производителя. Продвижение продукции в сети Интернет позволило снизить эту вероятность, так как у пользователей появилась возможность сразу оформить и оплатить заказ на выбранный товар.

Таким образом, правильный выбор инструментов Интернет-маркетинга позволяет повысить эффективность деятельности фармацевтических компаний. Наиболее перспективными видами таких инструментов, которые могут применяться в фармацевтической отрасли, являются:

1. *SEO*-оптимизация. Перед приобретением лекарственных средств потребители нередко прибегают к поиску соответствующей информации в сети Интернет, который происходит с помощью поисковых систем. Поскольку пользователи склонны к посещению первых нескольких ссылок в результатах поисковой выдачи, то необходимо увеличивать рейтинг сайта в поисковых системах. Отсутствие *SEO*-оптимизации порождает потерю возможности увеличения охвата целевой аудитории и возникновение дополнительных расходов на прямую Интернет-рекламу.

2. Реклама в социальных сетях, которые активно набирают популярность. Наличие аккаунта у фармацевтической компании позволяет повысить информированность пользователей о разных акциях, новых лекарствах и т.д.

3. Реклама на платформах электронной коммерции. Специальные сервисы (Apteka.ru, Zdravcity.ru, Evalar.ru, iHerb.com и т.п.) предоставляют сведения о фармацевтической продукции и позволяют формировать заказы на лекарства в онлайн-режиме [3].

4. Рассылка по электронной почте.

5. Контекстная реклама, которая позволяет быстро выявить

заинтересованных покупателей (тех, кто делает в поисковой системе запросы, релевантные тематике лекарственного средства).

Согласно маркетинговым исследованиям, ежегодно российский аптечный сегмент увеличивает размер расходов на Интернет-рекламу (например, в I квартале 2020 г. они выросли на 66%) [4].

В то же время следует отметить, что в настоящее время Интернет-маркетинг лишь частично адаптирован под потребности фармацевтической индустрии. Основными сдерживающими факторами являются требования Федерального закона от 13.03.2006 №38-ФЗ «Закон о рекламе», устанавливающего представленные на рисунке 1 ограничения.



Рисунок 1 – Ограничения рекламы лекарственных средств согласно Федеральному закону от 13.03.2006 №38-ФЗ «Закон о рекламе»

Таким образом, несмотря на то, что в отечественном законодательстве имеется множество ограничений на Интернет-продажу лекарственных средств, развитие данного направления имеет хорошие перспективы, поскольку не только повышает информированность потребителей, но и создает новые инструменты для продвижения и сбыта, что впоследствии должно увеличить эффективность деятельности фармацевтических компаний и аптечных сетей.

Литература

1. Динамика фармрынка офлайн и онлайн в 2021 году [Электронный ресурс] // RBC. 2021. URL: <https://rt.plus.rbc.ru/news/61baeabc7a8aa90cd11103fb>
2. Россиянам посоветовали подготовиться к росту цен на лекарства [Электронный ресурс] // МК. 2021. URL: <https://www.mk.ru/economics/2021/12/23/rossiyanam-posovetovali-prigotovitsya-k-rostu-cen-na-lekarstva.html>
3. Дремова Н.Б., Афанасьева Т.Г. Цифровой маркетинг в фармации: перспективы и результаты // Медико-фармацевтический журнал пульс. 2021. № 3. С. 80-87.

4. Диджитал-панацея: как изменился рынок маркетинга фарминдустрии с пандемией [Электронный ресурс] // СберМаркетинг. 2021. URL: <https://sbermarketing.ru/news/pharma>

*Дружинина В.А., студ.; Булыгина О.В., к.э.н., доц.
(филиал ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТРАДИЦИОННОГО И НЕЙРОМАРКЕТИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЙ

Сегодня, несмотря на весьма непростые экономические и политические условия, наблюдается активное развитие отечественных рынков различных товаров и услуг. В результате появления новых игроков ужесточается конкуренция, что вынуждает организации искать новые управленческие решения для эффективного функционирования и извлечения максимальной выгоды из имеющихся ресурсов.

Одним из источников сведений для разработки эффективных управленческих решений являются маркетинговых исследований, которые позволяют формировать информационно-аналитическую базу, использование которой может снизить неопределённость и отразить реальную рыночную ситуацию и потребности покупателей.

В общем, маркетинговые исследования позволяют собирать и анализировать информацию об огромном множестве факторов микро- и макросреды организации. В дальнейшем на ее основе могут разрабатываться решения по выбору целевого рынка, его сегментированию, а также комплексу маркетинга. Исходя из рисунка 1, где представлены основные задачи, решаемые с помощью маркетинговых исследований, можно сделать вывод об их важности при управлении организацией в любой сфере.

На сегодняшний день разработано несколько подходов к проведению маркетинговых исследований, показавших хорошие результаты при решении различных практических задач. Начнем с преимуществ традиционного исследования как инструмента для сбора данных, их анализа и обоснования рекомендаций на основе полученных результатов.

Во-первых, поскольку этот подход к маркетинговым исследованиям применяется уже давно, то разработан обширный набор инструментов для их проведения, а также подготовлено большое количество квалифицированных кадров в этой сфере.

Во-вторых, сегодня маркетинговые исследования всё чаще проводятся в онлайн-формате, что позволяет существенно экономить финансовые и трудовые ресурсы, охватывать значительную часть генеральной совокупности, а также повышать скорость проведения опроса и обработки его результатов.

В-третьих, проведение маркетингового исследования способно принести выгоды не только организации, которая получает сведения, необходимые для разработки управленческих решений, а также и респондентам, которые способны выразить своё мнение и повлиять на проводимые изменения [1]. Кроме того, сегодня многие организации (например, те, которые осуществляют торговлю

через Интернет) предлагают своим клиентам поощрения в виде бонусов, скидок и прочих льгот после участия в исследовании.



Рисунок 1 – Задачи маркетинговых исследований

Анализируя тенденции проведения маркетинговых исследований в России, можно сделать вывод о стремлении организаций разного масштаба к онлайн и оффлайн исследованиям. В то же время стоит отметить ряд ограничений, в том числе связанных с репрезентативностью выборки, а также объективностью, надежностью и экстраполируемостью собираемых данных [2].

Применение традиционных методов маркетинга не всегда приносит организациям желаемые результаты. Современный потребитель перегружен информацией, что нередко не позволяет ему обращать внимание на традиционные формы маркетингового воздействия (видеоролики, рекламные рассылки и баннеры) в той мере, в которой это запланировано маркетингологами. Этот факт, а также повышение избирательности потребителя делают их менее достоверными источниками информации при проведении традиционных маркетинговых исследований.

Другим подходом, набирающим сегодня популярность, являются нейромаркетинговые исследования – исследовательский инструмент для измерения подсознательных реакций человека на маркетинговые стимулы [3].

Нейромаркетинговые исследования, в отличие от традиционных, напрямую изучают воздействие различных факторов на подсознание потребителя и происходящие в нём процессы. Различные методы, используемые при проведении нейромаркетинговых исследований, представлены на рисунке 2.

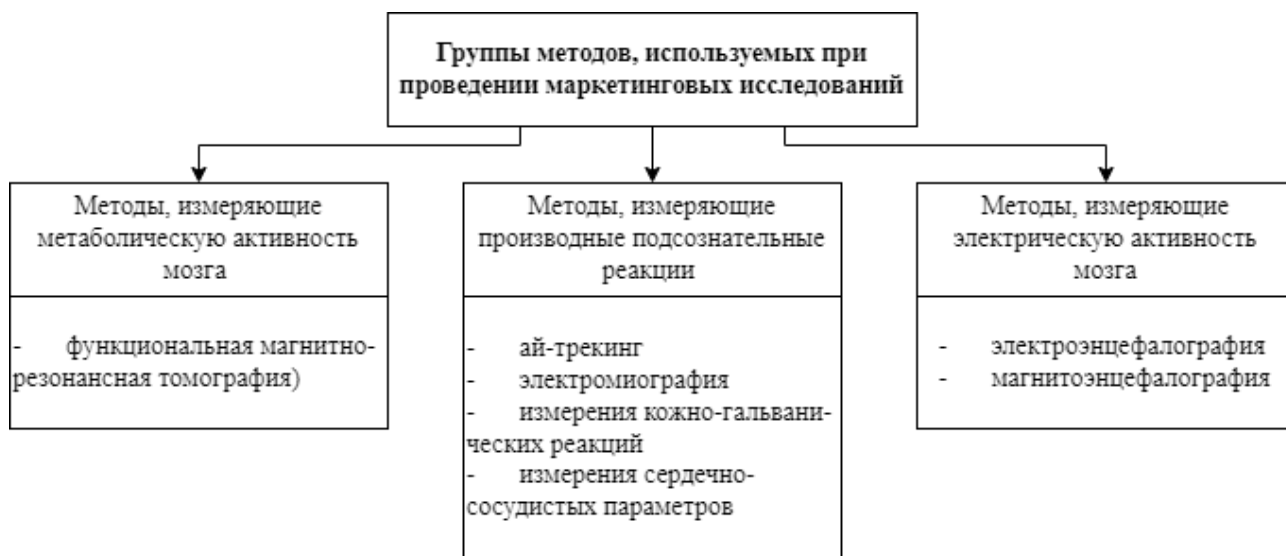


Рисунок 2 – Методы проведения нейромаркетинговых исследований

Нейромаркетинговые исследования, как и традиционные, имеют свои преимущества и ограничения. Например, получение «чистой» информации, которая не искажена сознанием респондента, является несомненным преимуществом такого исследования, но при этом не всегда эмоциональный отклик в мозге респондента можно интерпретировать однозначно, отсюда и возникает эффект «притянутых за уши» выводов. Большая скорость сбора и обработки информации омрачается высокими материально-техническими и организационными расходами. Также нейромаркетинг позволяет проводить исследования по деликатным темам, однако поиск респондентов и специалистов для их проведения является довольно сложным и далеко небыстрым процессом.

Интеграция методов нейромаркетинга в бизнес-деятельность в условиях современной экономики является перспективным решением, которое способно повлиять на проведение маркетинговых исследований. Таким образом, современному бизнесу не только удобно, но и выгодно развивать свою маркетинговую деятельность, проводя исследования (в том числе и нейромаркетинговые), однако при этом необходимо учитывать все возможные ограничения и своевременно минимизировать их негативное влияние.

Литература

1 Булыгина О.В., Беликова Е.А. Перспективы развития маркетинговых онлайн-исследований // Энергетика, информатика, инновации-2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции. – Смоленск: Универсум: 2016. С. 42-46.

2 Мельниченко Е.В. Преимущества и ограничения маркетинговых исследований: сравнительный анализ онлайн и оффлайн методов [Электронный ресурс] // Перспективы развития науки в современном мире. 2018. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36977455>&

3 Неделько А.Ю. Возможности и ограничения использования методов нейромаркетинга [Электронный ресурс] // Управленческие науки. 2018. №8(4). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-i-ogranicheniya-ispolzovaniya-metodov-neyromarketinga>

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NO-CODE

В современных условиях активного развития информационно-телекоммуникационных технологий особую актуальность приобретает организация эффективной рекламной и маркетинговой деятельности в сети Интернет. Однако многие компании не обладают необходимыми возможностями для создания собственного web-приложения или имеют сайт крайне низкого качества, который требует существенной доработки. При этом даже наличие «хорошего» сайта не отменяет необходимости его постоянного обновления и развития. Таким образом, перед современными организациями встает актуальная задача построения эффективной системы управления ИТ-проектами в области web-технологий.

В качестве одного из путей решения указанных проблем можно предложить повышения ИТ-компетентности разработчиков и сотрудников организации для эффективного создания и сопровождения таких продуктов. Однако качественное написание кода с использованием высокоуровневых языков является сложной задачей, на реализацию которой необходимо затрачивать значительные временные, финансовые и трудовые ресурсы. Кроме того, в нашей стране существует такая проблема, как дефицит квалифицированных кадров в сфере ИТ-технологий, вызванный интеллектуальной миграцией («утечкой умов») [1]. В этой связи использование технологии no-code для проектирования web-приложений являются перспективным направлением, поскольку упрощает разработку продуктов для маркетинговой и рекламной деятельности в сети Интернет.

Набирающая сегодня популярность концепция no-code заключается в создании ИТ-продуктов без самостоятельного написания кода благодаря применению специальных платформ [2]. Главным преимуществом таких платформ является предоставление возможности создания ИТ-продукта любому пользователю, даже не обладающему навыками в области web-программирования. Инструменты no-code позволяют значительно сократить объем ресурсов, затрачиваемых на разработку приложений, а также отличаются высоким уровнем гибкости и стабильности функционирования.

Применение инструментов визуального программирования наиболее актуально для начинающих предпринимателей и создателей стартапов, которые хотят получить web-сайт с минимальными затратами на его создание и сопровождение. Также концепция no-code является отличным решением для разработчиков, перед которыми стоит задача упростить и ускорить реализацию информационного продукта.

Таким образом, no-code платформы подходят для создания приложений с простым и удобным интерфейсом, которые не предназначены для решения

сложных задач.

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика наиболее популярных no-code платформ для создания web-приложений.

	TILDA PUBLISHING	WEBFLOW	BUBBLE
Наличие бесплатной версии	+	+	+
Возможности бесплатной версии	Создание одного проекта без размещения, 50 страниц, 50 Мб хранилища. Доступ к коллекции шаблонов и блоков.	Создание двух проектов, 100 часов обучающего контента, публикация сайта. Доступ к базовым функциям конструктора.	Создание одного проекта, 0,5 Гб для хранения данных. Базовые функции конструктора.
Интеграция с другими сервисами	Высокая	Низкая	Низкая
Возможность совместной работы	–	+	–
Разработка мобильных приложений	–	–	+
Возможность тестирования	+	–	+
Резервное копирование в нескольких местах	+	–	–
Доступные языки	Русский, английский	Английский	Английский
Стоимость подписки	от 750 руб. в месяц	от 12 \$ в месяц	от 25 \$ в месяц

Исходя из приведенной таблицы, можно сделать вывод, что наиболее рациональным решением является использование блочного конструктора Tilda Publishing, позволяющего создавать сайты, Интернет-магазины, посадочные страницы, блоги и email-рассылки.

Несмотря на наличие существенных преимуществ технологии no-code для разработки web-приложений, можно выделить следующие недостатки:

- отсутствие накопленного опыта, а также методик и правил разработки в связи с новизной и недостаточной изученностью концепции;

- высокая стоимость кастомизации приложений и избавления от шаблонных решений;
- недостаточность функционала no-code платформ для создания программных продуктов, способных решать сложные задачи;
- проблемы с безопасностью данных.

Получается, что для разработки технически сложных продуктов с нешаблонным дизайном и интерфейсом использование инструментов no-code платформ крайне затруднительно. В таком случае необходимо частично или полностью переходить на стандартную разработку на основе высокоуровневых языков программирования.

В настоящее время ИТ-специалисты спорят о перспективах и направлениях развития технологии no-code. Многие из них считают, что проектирование приложений без написания кода в перспективе станет ключевым трендом в области web-разработки, который со временем сможет вытеснить программирование на основе высокоуровневых языков. Однако, на наш взгляд, на данный момент оптимальным решением является совмещение стандартной разработки с применением технологии no-code с целью использования достоинств каждой из концепций.

Литература

- 1 Митин Д.Н. Интеллектуальная миграция: сущность, последствия и пути решения [Электронный ресурс] // Вестник РУДН. Серия: Политология. 2011. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnaya-migratsiya-suschnost-posledstviya-i-puti-resheniya> (дата обращения: 23.03.2022).
- 2 Жизнь без программистов: что такое no-code подход и кому он нужен [Электронный ресурс] // РБК Тренды. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/education/61dfee139a794706d0cc4383> (дата обращения: 23.03.2022).

*А.А. Лысенков, маг.; Д.А. Пронин, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ LCD ДИСПЛЕЯ И МАТРИЧНОЙ КЛАВИАТУРЫ НА ВЕБ САЙТЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ

Очень часто у производителей устройств нет возможности добавить элементы периферии для взаимодействия с пользователем, так как они занимают много места и вносят лишние затраты во время производства. В таких ситуациях может помочь ВЕБ интерфейс, когда при подключении устройства к Ethernet, появляется возможность им управлять с сайта.

Для начала необходимо определиться, что должно быть на нашей странице, какая информация должна выводиться и какие элементы управления нам необходимы для нормального функционирования устройства. Так как в нашем устройстве единственным средством передачи информации пользователю является дисплей, спроектируем его на нашей веб странице.

Так как дисплей у нас состоит из 4 рядов и 20 столбцов, сделаем такую же самую табличку (рис. 1, 2).

```

38 <table id="table_1" align="center" border="0" cellpadding="1" cellspacing="1" >
39 <tbody>
40
41 <tr id="tr_1" ><!--добавить ряд -->
42 <td id="table1_r1_s1" align="center" width="4%" height="20"></td>
43 <td id="table1_r1_s2" align="center" width="4%" height="20"></td>
44 <td id="table1_r1_s3" align="center" width="4%" height="20"></td>
45 <td id="table1_r1_s4" align="center" width="4%" height="20"></td>
46 <td id="table1_r1_s5" align="center" width="4%" height="20"></td>
47 <td id="table1_r1_s6" align="center" width="4%" height="20"></td>
48 <td id="table1_r1_s7" align="center" width="4%" height="20"></td>
49 <td id="table1_r1_s8" align="center" width="4%" height="20"></td>
50 <td id="table1_r1_s9" align="center" width="4%" height="20"></td>
51 <td id="table1_r1_s10" align="center" width="4%" height="20"></td>
52 <td id="table1_r1_s11" align="center" width="4%" height="20"></td>
53 <td id="table1_r1_s12" align="center" width="4%" height="20"></td>
54 <td id="table1_r1_s13" align="center" width="4%" height="20"></td>
55 <td id="table1_r1_s14" align="center" width="4%" height="20"></td>
56 <td id="table1_r1_s15" align="center" width="4%" height="20"></td>
57 <td id="table1_r1_s16" align="center" width="4%" height="20"></td>
58 <td id="table1_r1_s17" align="center" width="4%" height="20"></td>
59 <td id="table1_r1_s18" align="center" width="4%" height="20"></td>
60 <td id="table1_r1_s19" align="center" width="4%" height="20"></td>
61 <td id="table1_r1_s20" align="center" width="4%" height="20"></td>
62 </tr>

```

Рисунок 5.1 — Скрипт для создания одного ряда в таблице

Другие ряды делаются аналогично первому, в результате получается таблица стандартного размера, но она пока не совсем похожа на наш дисплей (рис. 5.12).



Рисунок 5.2 — Скрипт для создания одного ряда в таблице

Для того, чтобы наша таблица была похожа на экран, в коде задавались id таблицы и каждого ряда, следовательно, теперь можно без всяких проблем приступить к редактированию стиля самой таблицы и каждого ряда отдельно. Так как на реальном дисплее мы не видим границы каждого элемента, то нам необходимо убрать их, а сами ячейки сделать зеленым цветом, ведь сам дисплей зеленый (рис. 3, 4).

```

6      <script src="testjs.js"></script>
7      <style>
8
9          #table_1 {
10             background-color: green;
11         }
12         #tr_1 {
13             background-color: green;
14         }
15         #tr_2 {
16             background-color: green;
17         }
18         #tr_3 {
19             background-color: green;
20         }
21         #tr_4 {
22             background-color: green;
23         }
24         #Mat_button_1 {
25             background-color: blue;
26         }
27         #Mat_button_2 {
28             background-color: red;
29         }
30     </style>
31 </script>
32

```

Рисунок 3 — Скрипт для редактирования стиля таблицы и рядов

Активный экран



Рисунок 4 — Вид, полученный таблицы с применением всех стилей

После того, как наш «дисплей» стал похож на настоящий, необходимо заполнить таблицу нужными символами, так как это реализовано в нашем устройстве. В разработанных часах-будильнике реализовано 7 дисплеев, которые переключаются в зависимости от действий пользователя.

Каждой ячейке в таблице был присвоен свой уникальный идентификатор, и теперь для отображения любого экрана, который нам необходим, нужно проинициализировать переменные и задать их значения (рис. 5) в файле *.js, который необходимо включить в исполнение в нашем коде, с помощью простой команды: `<script src="*.js"></script>`.

```

81 //display1
82 if (display ==1)
83 {
84     //1
85     table1_r1_s1="P";
86     table1_r1_s2="E";
87     table1_r1_s3="-";
88     table1_r1_s4="2";
89     table1_r1_s5="1";
90
91     table1_r1_s17="E";
92     table1_r1_s18="i";
93     table1_r1_s19="M";
94     table1_r1_s20="T";

```

Рисунок 5 — Присвоение значений для первого ряда дисплея

Аналогично коду, представленному на (рис. 5) выше, проектируется все экраны целиком, чтобы в дальнейшем можно было легко переходить между ними, используя переменную отвечающую за экран, который необходимо отображать в данный момент (рис. 6).

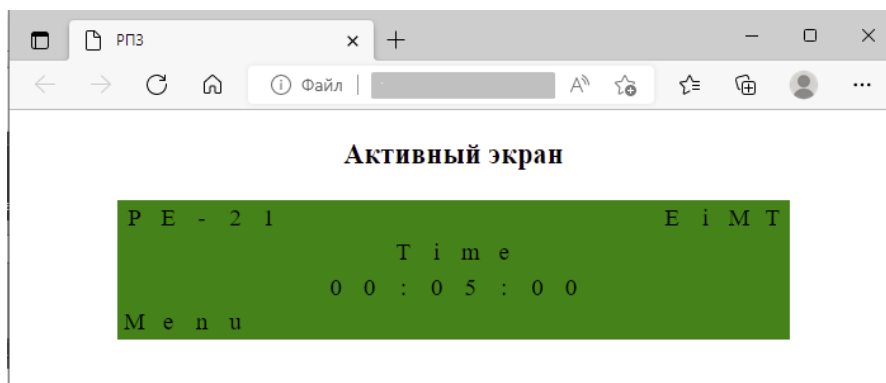


Рисунок 6 — Основной экран часов, когда будильник не установлен

Однако некоторые символы на нашем дисплее будут постоянно меняться, например, секунды, минуты и часы. Помимо этого, необходимо менять основной дисплей если будильник установлен, также, когда пользователь заходит в настройки нужен курсор, который поможет выбирать нужные элементы для изменения или перехода. Вся логика работы веб странички прописывается в *.js файле. Помимо дисплея в устройстве есть матричная клавиатура, которая и позволяет пользователя управлять устройством. Для отладки, а также еще большего функционала сама клавиатура была тоже спроектирована на нашей странице (рис. 7), помимо этого для неё были созданы сигналы и функции управления в зависимости от того, какая кнопка нажата (рис. 8).

Матричная клавиатура

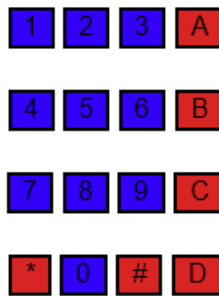


Рисунок 7 — Вид матричной клавиатуры

```
148 <br>
149 <h3 align="center">Матричная клавиатура</h3>
150 <h3><p align="center" >
151 <input id=Mat_button_1 align="center" type="button" onclick="Change_Display(1)" value="1">
152 <input id=Mat_button_1 align="center" type="button" onclick="Change_Display(2)" value="2">
153 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(3)" value="3">
154 <input id=Mat_button_2 type="button" onclick="Change_Display(10)" value="A"></p></h3>
155 <h3><p align="center">
156 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(4)" value="4">
157 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(5)" value="5">
158 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(6)" value="6">
159 <input id=Mat_button_2 type="button" onclick="Change_Display(11)" value="B"></p></h3>
160 <h3><p align="center">
161 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(7)" value="7">
162 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(8)" value="8">
163 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(9)" value="9">
164 <input id=Mat_button_2 type="button" onclick="Change_Display(12)" value="C"></p></h3>
165 <h3><p align="center">
166 <input id=Mat_button_2 type="button" onclick="Change_Display(14)" value="*">
167 <input id=Mat_button_1 type="button" onclick="Change_Display(0)" value="0">
168 <input id=Mat_button_2 type="button" onclick="Change_Display(15)" value="#">
169 <input id=Mat_button_2 type="button" onclick="Change_Display(13)" value="D"> </p></h3>
170
```

Рисунок 8 — Скрипт для создания кнопок матричной клавиатуры

Список литературы

1. Амелина М.А., Троицкий Ю.В. Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си. Лабораторный практикум в 2-х частях по курсу «Основы микропроцессорной техники». Часть 1. Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015. 56 с.
2. Амелин С.А. Схемотехника Часть 2: конспект курса лекций / С.А. Амелин. - Смоленск: Смоленский филиал Моск. Энерг. института, 2018. - 150 с.
3. Мартин Т. Микроконтроллеры STM8/32. Семейство микроконтроллеров ARM. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.
4. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. — М.: Техносфера, 2016. — 323 с: ил.
5. Джозеф Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство / Ю. Джозеф, пер. с англ. Евстифеева А. В. – М. : Додэка-XXI, 2012. – 552 с. : ил.

РЕАЛИЗАЦИЯ КАНАЛА ОБМЕНА ДАННЫМИ ПО ИНТЕРФЕЙСУ UDP МЕЖДУ УСТРОЙСТВОМ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F407 И ПК

На сегодняшний день существует множество программ для отладки и проверки разработанного кода, и каждый программист выбирает для себя то, что считает наиболее удобным и выгодным. Однако многие приложения со временем потеряли свою актуальность из-за постоянного выхода обновленных библиотек и способов программирования. Наиболее актуальными на сегодняшний день являются такие приложения как: STM32CubeIDE и keil uvision 5. Данные программы очень похожи между собой и обладают примерно одинаковыми функциональными возможностями, однако keil, на мой взгляд, имеет более наглядный интерфейс, но очень долго собирает проекты для прошивки, STM32CubeIDE, также будет интуитивно понятен для любого программиста, который уже работал в какой-либо среде разработки, но проекте в данном ПО собираются достаточно быстро, поэтому я выбрал его. После полной настройки CubeMX генерируется проект со всем необходимым, для начала просто проверим тест ring. Для этого откроем созданный проект и в главном файле перейдем в бесконечный цикл и напишем там код, представленный на (рис. 1).

```
95  /* USER CODE BEGIN WHILE */
96  while (1)
97  {
98      /* USER CODE END WHILE */
99
100     /* USER CODE BEGIN 3 */
101     ethernetif_input(&gnetif);
102     sys_check_timeouts();
103 }
104 /* USER CODE END 3 */
105 }
106
```

Рисунок 1 — Листинг кода бесконечного цикла

Также необходимо создать структуру (рис. 2)

```
55
56 /* Private user code -----
57 /* USER CODE BEGIN 0 */
58 extern struct netif gnetif;
59 /* USER CODE END 0 */
60
61 /**
```

Рисунок 2 – Листинг кода

После чего можно пробовать собирать проект и прошивать плату. Для проверки ring необходимо открыть командную строку и ввести в ней ring ip_adres устройство с которым будем пытаться проверить связь. Но сразу ни-

чего не получится, так как мы не настроили сеть на компьютере. Чтобы это сделать необходимо запустить утилиту сетевые подключения, там найти нашу сеть, зайти в её свойства и настроить все параметры, как показано на (рис. 3).

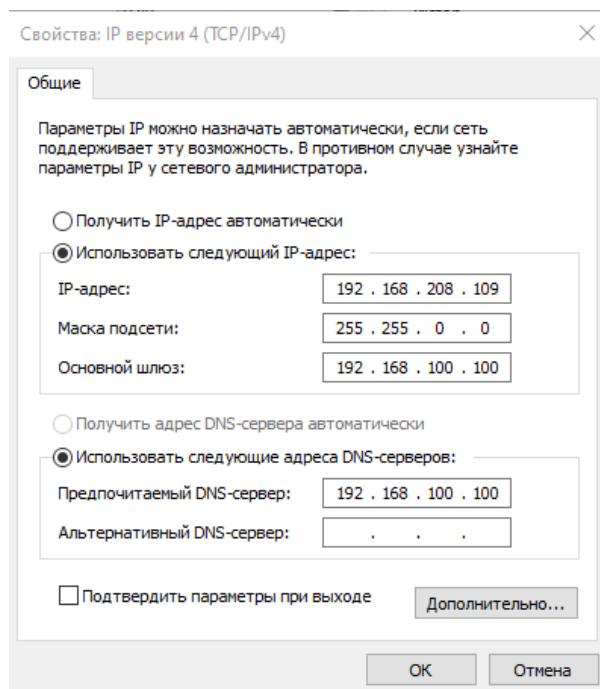


Рисунок 3 — Настройка сетевого подключения на компьютере

После чего применить новые настройки и провести ping еще раз, теперь связь будет настроено верно и ping будет пройден успешно (рис. 4).

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.19043.1645]
(c) Корпорация Майкрософт (Microsoft Corporation). Все права защищены.

C:\Users\Kaple>ping 192.168.208.106

Обмен пакетами с 192.168.208.106 по с 32 байтами данных:
Ответ от 192.168.208.106: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 192.168.208.106: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 192.168.208.106: число байт=32 время<1мс TTL=255
Ответ от 192.168.208.106: число байт=32 время<1мс TTL=255

Статистика Ping для 192.168.208.106:
    Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
    (0% потерь)
Приблизительное время приема-передачи в мс:
    Минимальное = 0мсек, Максимальное = 0 мсек, Среднее = 0 мсек

C:\Users\Kaple>
```

Рисунок 4 — Тест ping компьютера с микроконтроллером

Так же можно увидеть передаваемые пакеты вовремя ping с помощью программы Wireshark. При запуске которой необходимо настроить IP и выбрать нужную сеть, пример настройки показан на (рис. 5).

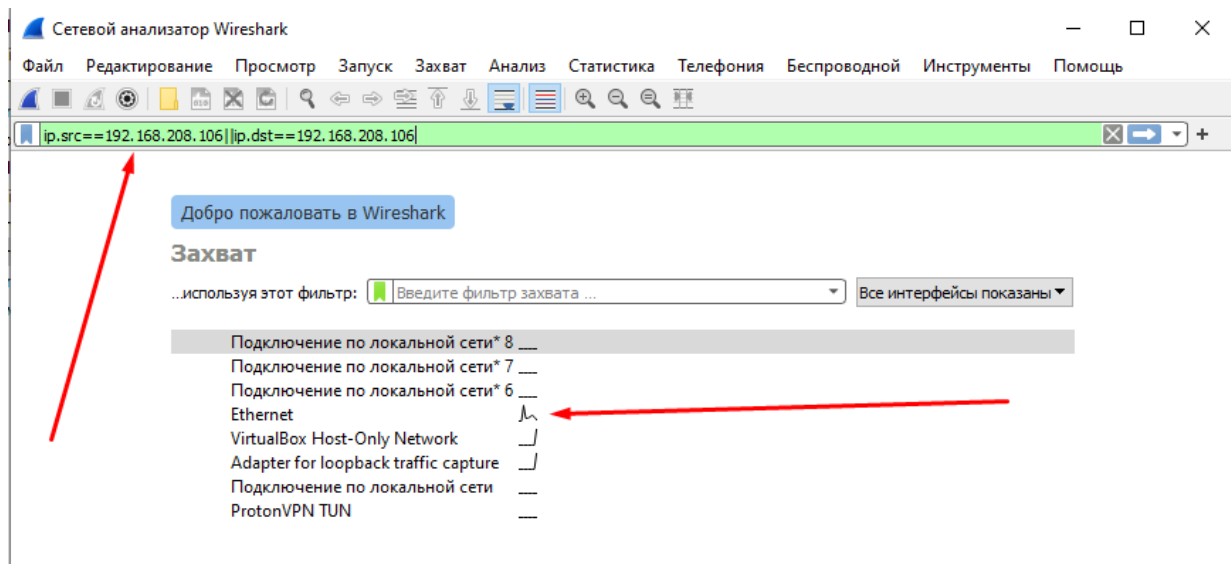


Рисунок 5 — Пример настройки приложения Wireshark

И провести тест пинг, который также пройдет успешно. Далее можно реализовать UDP обмен. Отправить имя и дождаться, когда контроллер с нами поздоровается. На (рис. 6) и (рис. 7) представлен обмен данными по UDP на первом показан пакет, который мы отправляем, а на втором, то что мы получили обратно.

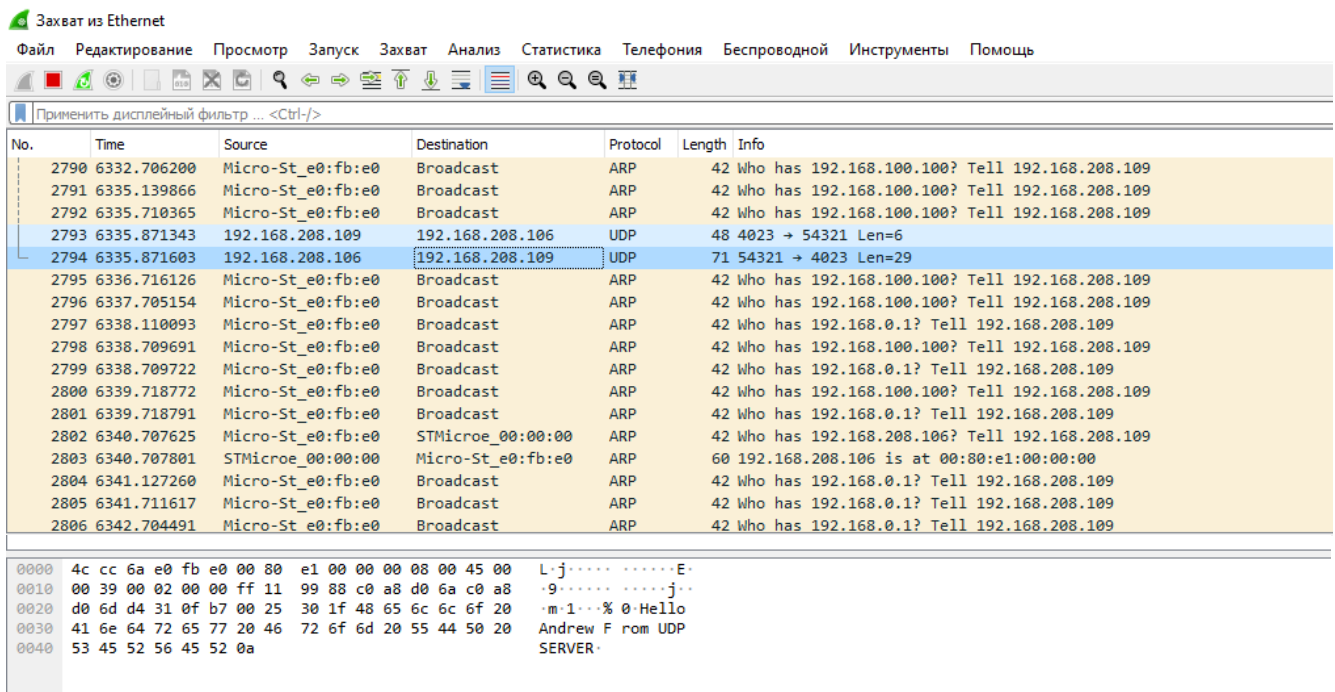


Рисунок 6 — Использование приложения Wireshark

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
2790	6332.706200	Micro-St_e0:fb:e0	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.100.100? Tell 192.168.208.109
2791	6335.139866	Micro-St_e0:fb:e0	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.100.100? Tell 192.168.208.109
2792	6335.710365	Micro-St_e0:fb:e0	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.100.100? Tell 192.168.208.109
2793	6335.871343	192.168.208.109	192.168.208.106	UDP	48	4023 → 54321 Len=6
2794	6335.871603	192.168.208.106	192.168.208.109	UDP	71	54321 → 4023 Len=29
2795	6336.716126	Micro-St_e0:fb:e0	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.100.100? Tell 192.168.208.109
2796	6337.705154	Micro-St_e0:fb:e0	Broadcast	ARP	42	Who has 192.168.100.100? Tell 192.168.208.109

```

0000  00 80 e1 00 00 00 4c cc 6a e0 fb e0 08 00 45 00  .....L. j.....E.
0010  00 22 0f c5 00 00 80 11 00 00 c0 a8 d0 6d c0 a8  -".....m..
0020  d0 6a 0f b7 d4 31 00 0e 22 49 41 6e 64 72 65 77  -j...1.. "IAndrew

```

Рисунок 7 — Использование приложения Wireshark

По скриншотам видно, что обмен данными работает корректно, а значит связь по интерфейсу *Ethernet* настроена правильно и можно продолжать программирование.

Список литературы

- Амелина М.А., Троицкий Ю.В. Программирование микроконтроллеров семейства AVR в устройствах промышленной электроники на языке Си. Лабораторный практикум в 2-х частях по курсу «Основы микропроцессорной техники». Часть 1. Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2015. 56 с.
- Амелин С.А. Схемотехника Часть 2: конспект курса лекций / С.А. Амелин. - Смоленск: Смоленский филиал Моск. Энерг. института, 2018. - 150 с.
- Мартин Т. Микроконтроллеры STM8/32. Семейство микроконтроллеров ARM. Вводный курс. – М.: изд. Додэка-XXI, 2010. – 296 с.
- Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. — М.: Техносфера, 2016. — 323 с: ил.
- Джозеф Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство / Ю. Джозеф, пер. с англ. Евстифеева А. В. – М. : Додэка-XXI, 2012. – 552 с. : ил.
- HD44780U (LCD-II) (Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver). URL: <https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf> (дата обращения 02.11.2021).

*А.А. Лысенков, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПОЛУЧЕНИЕ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА И ПОСТРОЕНИЕ АМПЛИТУДА-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Импульсная характеристика (ИХ) и ПФ ЦФ связаны z-преобразованием:

$$H(z) = Z\{h(nT)\}; \quad h(nT) = Z^{-1}\{H(z)\}.$$

Тогда

$$h_1(nT) = Z^{-1}\{H_1(z)\}; \quad h_2(nT) = Z^{-1}\{H_2(z)\}.$$

Полученные ИХ:

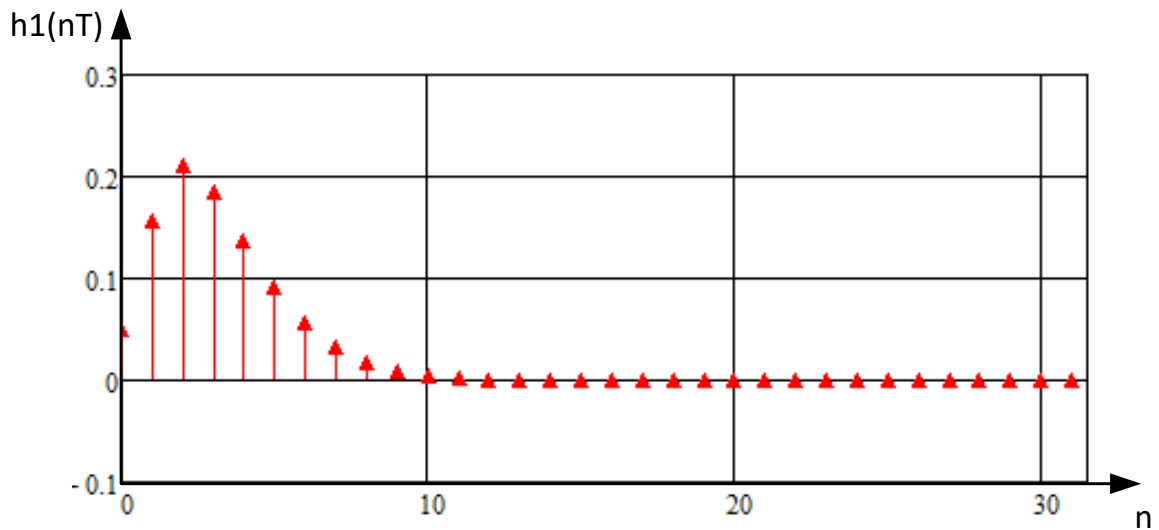


Рисунок 1 — ИХ первого каскада ЦФ

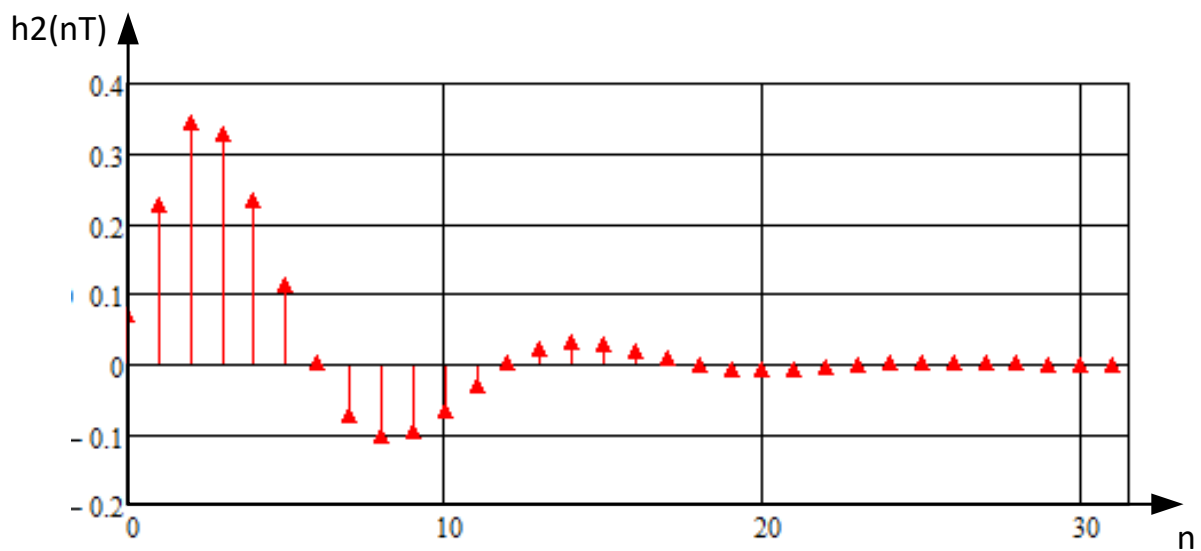


Рисунок 2 — ИХ второго каскада ЦФ

Частотная характеристика (ЧХ) и ИХ ЦФ связаны преобразованием Фурье:

$$H(j\omega) = F\{h(nT)\}; \quad h(nT) = F^{-1}\{H(j\omega)\}.$$

Тогда

$$H_1(j\omega) = F\{h_1(nT)\}; \quad H_2(j\omega) = F\{h_2(nT)\}.$$

Полученные ЧХ:

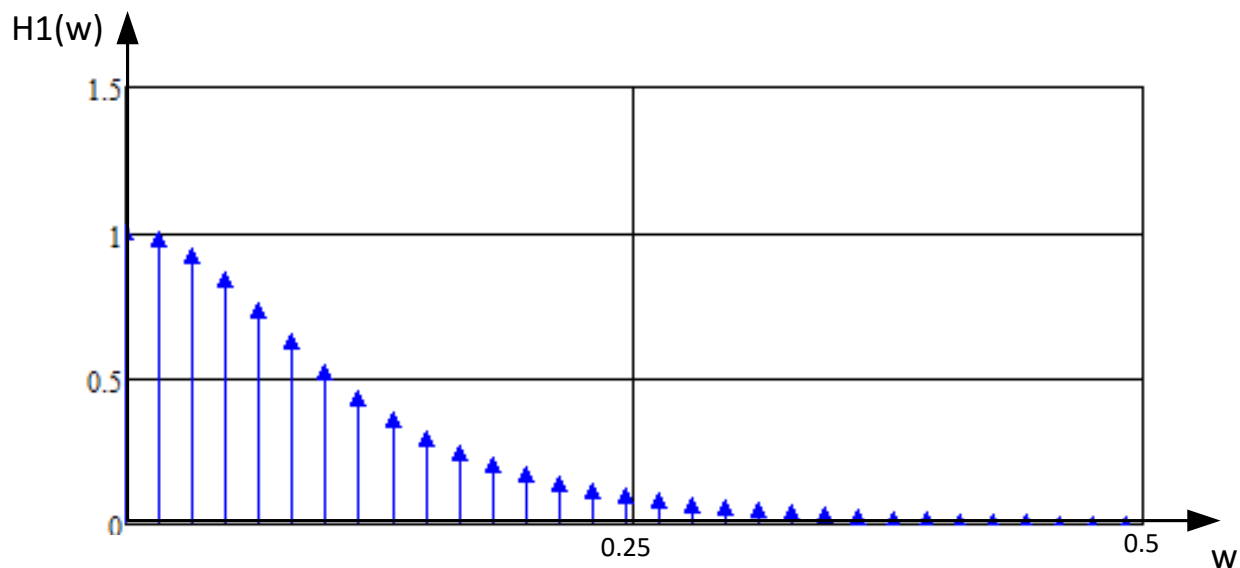


Рисунок 3 — ЧХ первого каскада ЦФ

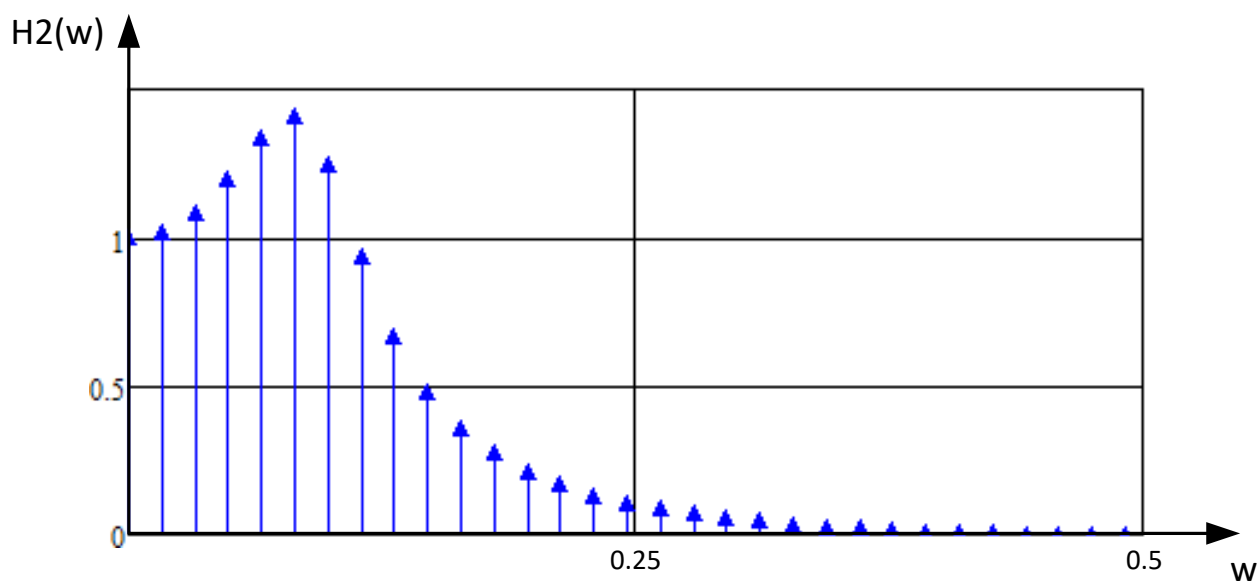


Рисунок 4 — ЧХ второго каскада ЦФ

ИХ и ЧХ для ЦФ:

$$h(nT) = Z^{-1}\{H(z)\}; \quad H(jw) = F\{h(nT)\}.$$

Полученные ИХ и ЧХ для ЦФ:

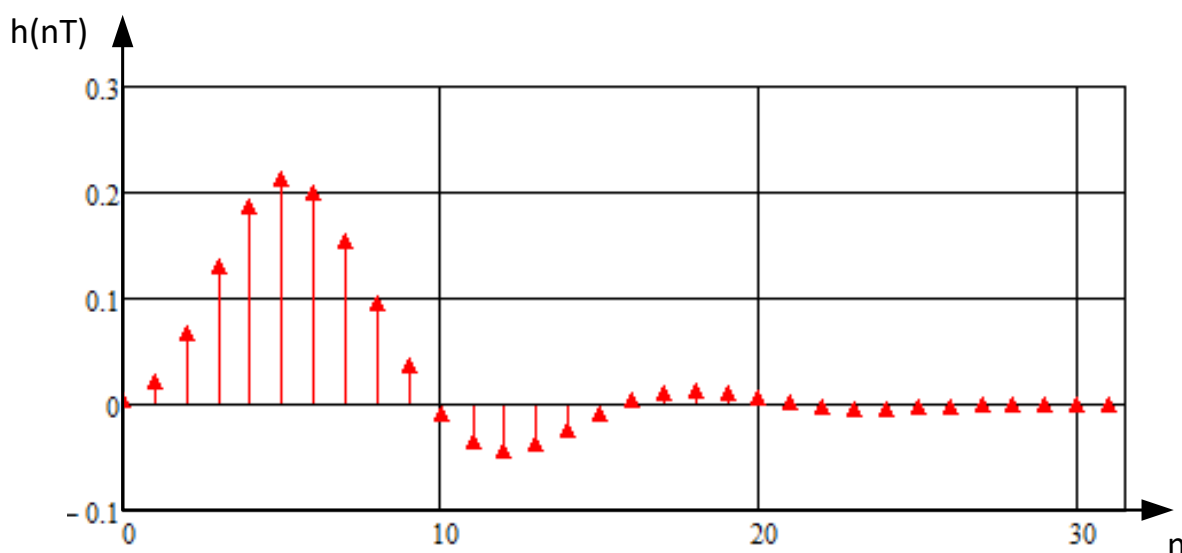


Рисунок 5 — Импульсная характеристика ЦФ

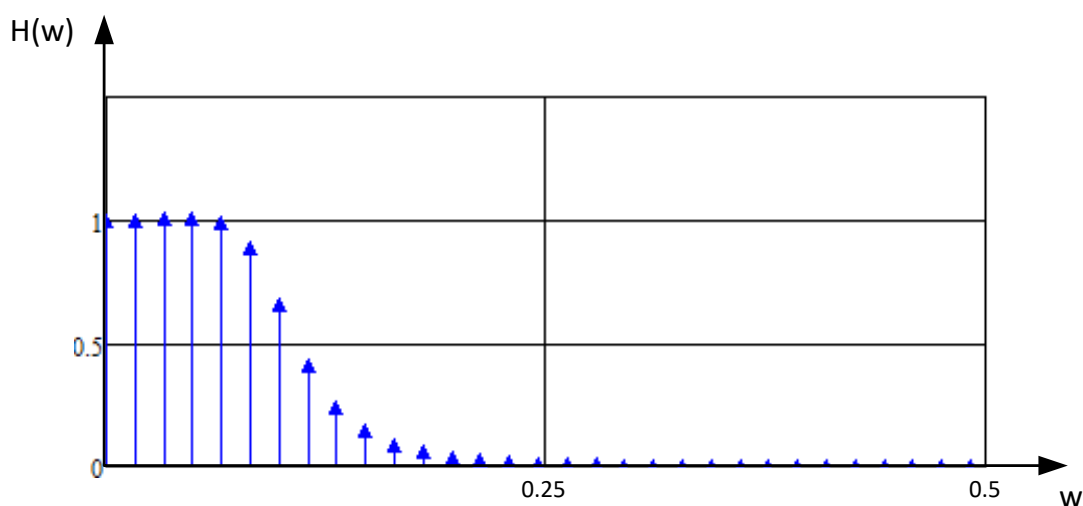


Рисунок 6 — Частотная характеристика ЦФ

Теперь необходимо выполнить проверку соответствия параметров АЧХ рассчитанного ФНЧ Баттерворта требованиям задания на статью. Значения АЧХ фильтра на границах интервалов пропускания и задерживания равны:

$$H\left(\frac{\Omega_p T_A}{2\pi}\right) = H(0,082) = 0,886 > 0,8;$$

$$H\left(\frac{\Omega_z T_A}{2\pi}\right) = H(0,173) = 0,088 < 0,1.$$

Таким образом, АЧХ ЦФ удовлетворяет требованиям задания на статью.

Литература

1. Амелина М. А. Оформление курсовых и дипломных работ : методические указания для студентов специальности «Промышленная электроника» / М. А. Амелина, С. А. Амелин, Ю. В. Троицкий. – Смоленск : ГОУВПО СФМЭИ(ТУ), 2013. – 82 с.
2. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник / Л. А. Бессонов. – 10-е изд. – М. : Гардарики, 2002. – 638 с. : ил.
3. Вадутов О. С. Математические основы обработки сигналов : учеб. пособие / О. С. Вадутов. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 212 с.

4. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учебник / А. Б. Сергиенко. – СПб. : Питер, 2002. – 608 с.

*А.А. Лысенков, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАССМОТРЕНИЕ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ MATLAB ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРНЕЙ УРАВНЕНИЙ С ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

В мире существует огромное множество вспомогательных программных обеспечений, которые способны упростить решение различных задач и примеров. К использованию данного ПО прибегают, как опытные, так и начинающие инженеры, и программисты.

В любой сфере действует правило, если есть спрос, значит есть и предложения. Так и в сфере вспомогательного программного обеспечения существует огромное разнообразие приложений, которые способны решать очень обширный спектр задач, но каждая из них заточена под определенные цели, а значит для решения различных задач будут подходить и различные программы. В данной статье будет рассмотрен пример использования программы «MATLAB» для решения различных задач из высшей математики.

Первым примером будет решение уравнения $\frac{x}{\sqrt[4]{1-x^4}} - 1 = 0$ используя метод половинного деления с точностью 0,001 при этом промежуток изоляции корня должен находиться на отрезке [0,84; 0,85].

Метод, который необходимо применить по заданию основан на последовательном сужении интервала, в котором содержится единственный корень уравнения, до тех пор пока не будет получена установленная по заданию точность. Создадим файл `primer1.m` (листинг 1), в котором и будет находиться описание функции $z = \frac{x}{\sqrt[4]{1-x^4}} - 1$.

Листинг 1. Файл `primer1.m`

```
function z = Func(x) % создание функции
z=(x./((1-x.^4).^(1/4)))-1; % запись функции в аналитическом виде
end % конец работы программы
```

Далее создадим файл `primer1_0.m` (листинг 2), содержащий описание функции, возвращающей значение корня уравнения методом половинного деления.

Листинг 2. Файл `primer1_0.m`

```
function primer1_0 (f,x1,x2,esp) % Гду f – это имя файла MATLAB, в
котором % находится описание функции, x1 – это левая граница и со-
ответственно x2 – правая.
% eps это необходимая по условию точность решения.
L=x2-x1; % подсчет разницы границ, нахождение длины отрезка
k=0; % Сброс счетчика количества итераций до 0
```

```

while L>esp % Начало цикла при котором мы находимся в пределах
границы
    c=(x2+x1)/2; %Находим среднее значение границы
    k=k+1; % суммируем итерации
    if feval(f,c)*feval(f,x1)<0 % элемент проверки с помощью оператора
вычисления
        x2=c;
    else
        x1=c;
    end;
    L=x2-x1;
end;
x=c
k
fx=feval(f,c)
end

```

После чего вычисляются значения корня уравнения:

```

>> Div2('Func',0.84,0.85,0.001)
x = 0.841
k = 4
fx = -6.4502e-04

```

Получаем ответ: $x=0,841$ получено с точностью 0,001 за четыре итерации. При этом значение невязки $fx=-6,4502e-04$.

Теперь рассмотрим решение уравнения $z = \frac{x}{\sqrt[4]{1-x^4}} - 1$ используя метод касательных с точностью 0,001 и необходимым промежутком изоляции корня [0,8; 0,9].

Данный метод называется методом Ньютона или алгоритмом Ньютона — это итерационный численный метод нахождения корня (нуля) заданной функции. Для нахождения решения с помощью Метода Ньютона необходимо построить последовательные приближения.

Приступим к решению примера.

Создадим файл `primer2.m` (листинг 1), в котором будет находиться описание нашей функции $z = \frac{x}{\sqrt[4]{1-x^4}} - 1$.

Создадим файл `primer2_1pr.m` в котором будет подсчитано значение первой производной $f'(x) = \frac{1}{\sqrt[4]{1-x^4}} - \frac{x^4}{\sqrt[4]{1-x^4} \cdot (x^4 - 1)}$

Создадим файл `primer2_2pr.m` (листинг 3) в котором будет подсчитано значение второй производной $f''(x) = \frac{5x^7}{\sqrt[4]{1-x^4}(x^4-1)^2} - \frac{5x^3}{\sqrt[4]{1-x^4} \cdot (x^4-1)}$

Листинг 3. Файл `primer2_2pr.m`.

```
function z= primer2_2pr (x) % создание функции
```

```

z=((5.*x.^7)/((((1-x.^4).^(1/4))).*((x.^4)-1)^2))-((5.*x.^3)/((((1-x.^4).^(1/4))).*((x.^4)-1))); % собственно сама запись функции
end

```

Создадим файл primer2_3.m (листинг 4) в котором будет находиться описание функции, которая возвращает значение корня нашего уравнения с помощью метода касательных.

Листинг 4. Файл primer2_3.m.

```

function primer2_3 (f,f1,f2,a,b,esp) % создание функции
if feval(f,a)*feval(f2,a)>0 % проверка условия
x0=a;
else
x0=b;
end;
x1=x0-feval(f,x0)/feval(f1,x0);
k=1; % присвоение итерациям единичного значения
while abs(x1-x0)>esp
x0=x1;
x1=x0-feval(f,x0)/feval(f1,x0);
k=k+1; % суммирование количества итераций
end;
x=x1
k
fx=feval(f,x1) % применения оператора
end

```

Вычислим значение корня уравнения:

```

>> primer2_3 ('Func','Func1Proiz','Func2Proiz', 0.84,0.85,0.001)
x = 0.841
k = 7
fx = -6.2351e-04

```

Ответ: $x=0,841$ мы получили с точностью 0,001 за 7 итераций. При этом значение невязки $fx = -6.2351e-04$.

Список литературы

1. Бачвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.:Наука, 1987.
2. Вержбицкий В.М. Основы численных методов:Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб . – М.: Высш.шк.,2005.
3. Гусак А.А. Справочник по высшей математике. – Мн.: ТетраСистемс, 2004.
4. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. – М.: Изд-во «Наука», 1970.
5. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2 ч. Учебное пособие для вузов/ П.Е. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова. - М.,2005.

6. Математический практикум./под ред. Г.Н. Положего/ - М., 1960.
7. Поршнева С.В. Вычислительная математика. Курс лекций. – СПб.:БХВ- Петербург, 2004.
8. Поршнева С.В., Беленкова И.В. Численные методы на базе Mathcad. – СПб.:БХВ-Петербург, 2005.
9. Сдвижков О.А. Математика в Excel 2003. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005.

*А.А. Лысенков, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАССМОТРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММЫ МАТЛАВ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

В современном мире у большинства инженеров нет времени на решение различных задач, но для получения необходимых значений это приходится делать. С такими задачами может помочь вспомогательное программное обеспечение MATLAB, благодаря которому пользователь способен в считанные минуты решить сложнейшие примеры.

Рассмотрим задачу, в которой необходимо найти решение системы уравнений используя всем известный метод Гаусса (рис. 1):

$$\begin{cases} 15,7x_1 + 6,6x_2 - 5,7x_3 + 11,5x_4 = -2,4, \\ 8,8x_1 - 6,7x_2 + 5,5x_3 - 4,5x_4 = 5,6, \\ 6,3x_1 - 5,7x_2 - 23,4x_3 + 6,6x_4 = 7,7, \\ 14,3x_1 + 8,7x_2 - 15,7x_3 - 5,8x_4 = 23,4. \end{cases}$$

Рисунок 1 — Система уравнений 1

Метод Гаусса заключается в последовательном исключении переменных, для приведения к равносильной системе с треугольным видом, с помощью различных простых преобразований системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), после чего постепенно, начиная с самых последних по номеру, происходит поиск переменных системы.

Для этого первым делом создадим файл File1, который представлен в листинге 1 и содержит в себе функцию, которая осуществляет перестановку строк если в ней был обнаружен нулевой элемент, который находится на главной диагонали.

Листинг 1. Файл File1.m.

```
function z= File1(C,i) %создание функции
k=i+1; %суммирование счетчика итераций
while C(k,i)==0 %начало цикла функции
k=k+1;
end;
for j=1:size(C,1) %задание s
```

```

s=C(i,j);
C(i,j)=C(k,j);
C(k,j)=s;
end;

```

После чего добавим файл File2 (листинг 2), в котором написана функция для возвращения расширенной матрицы полученной нами системы к нормальному виду (диагональному).

Листинг 2. Файл File2.m.

```

function z= File2(A,b) %создание функции
N=size(A,1); % функция определяет числа уравнений системы
C=cat(2,A,b); % функция создаёт расширенную матрицу нашей системы
MY
for i=1:N-1
if C(i,i)==0
C=Exchange(C,i); % функция обмена
end;
for j=0:N
C(i,N+1-j)=C(i,N+1-j)/C(i,i); % подсчет корня
end;
for m=i+1:N
alpha=C(m,i);
for j=i:N+1
C(m,j)=C(m,j)-alpha*C(i,j); % подсчет корня
end;
end;
end;
C(N,N+1)=C(N,N+1)/C(N,N); %группировка матрицы системы
C(N,N)=1;
z=C;

```

Также нам потребуется файл File3.m (листинг 3), в котором будет находиться функция для получения решения СЛАУ методом Гаусса.

Листинг 3. Файл File3.m.

```

function z= File3 (A,b) %создание функции для нахождения корней
C=Simplex(A,b); %функция подсчета
N=size(A,1); %определение размерности
v(N)=C(N,N+1); %присвоение значения
for j=1:N-1
s=0;
for k=0:j-1
s=s+C(N-j,N-k)*v(N-k); % суммирование
end;
v(N-j)=(C(N-j,N+1)-s)/C(N-j,N-j);

```

```
end;  
z=v';
```

После того, как решения получены, необходимо задать матрицу полученной системы линейных уравнений:

```
>>A=[15.7,6.6,-5.7,11.5;8.8,-6.7,5.5,-4.5;6.3,-5.7,-23.4,6.6;14.3,8.7,-15.7,-5.8]
```

```
A =  
15.7000  6.6000 -5.7000 11.5000  
8.8000 -6.7000  5.5000 -4.5000  
6.3000 -5.7000 -23.4000  6.6000  
14.3000  8.7000 -15.7000 -5.8000
```

После чего потребуется задать векторный столбец свободных членов:

```
>> b=[-2.4;5.6;7.7;23.4]  
b =  
-2.4000  
5.6000  
7.7000  
23.4000
```

И наконец решить систему уравнений, используя уже написанную функцию File2():

```
>> x= File2(A,b)  
0.4661  
0.1103  
-0.5657  
-1.1887
```

Не стоит забывать о проверке правильности решения, потому что можно было допустить ошибку по невнимательности:

```
>> A*x  
ans =  
-2.4000  
5.6000  
7.7000  
23.4000
```

Проверка пройдена успешно, значит полученный ответ правильный.

$$\text{Ответ: } x = \begin{pmatrix} 0,4661 \\ 0,1103 \\ -0,5657 \\ -1,1887 \end{pmatrix}.$$

Список литературы

1. Бачвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.:Наука, 1987.
2. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш.шк., 2005.
3. Гусак А.А. Справочник по высшей математике. – Мн.: ТетраСистемс, 2004.
4. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. – М.: Изд-во «Наука», 1970.
5. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2 ч. Учебное пособие для вузов/ П.Е. Данко, А.Г. Попов, Т.Я. Кожевникова. - М., 2005.
6. Математический практикум./под ред. Г.Н. Положего/ - М., 1960.
7. Поршнев С.В. Вычислительная математика. Курс лекций. – СПб.:БХВ- Петербург, 2004.
8. Поршнев С.В., Беленкова И.В. Численные методы на базе Mathcad. – СПб.:БХВ- Петербург, 2005.
9. Сдвижков О.А. Математика в Excel 2003. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005.

*Е.А. Носов, студ.; рук. И.А. Казилкина, канд. филол. наук
(филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

УПОТРЕБЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛИЗМОВ В РЕЧИ ПРОГРАММИСТА

В настоящей работе рассматривается понятие *профессионализм*, указываются особенности профессиональной речи программиста на лексическом уровне, перечисляются способы образования профессионализмов, наиболее распространенных среди студентов, приводятся примеры.

Ключевые слова: лексическое значение слова, профессионализм, профессиональное общение, термин.

Цель данной работы – рассмотреть особенности профессиональной речи программистов на лексическом уровне. Материалом исследования стал опрос, проведенный среди студентов 1 курса направления «Прикладная информатика» филиала ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске.

Задачи работы:

- 1) описать основные виды образования профессионализмов в речи программиста;
- 2) рассмотреть профессионализмы, которые употребляют студенты филиала «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске.

Профессионализмы – слова и обороты, свойственные людям одной профессии и являющиеся полуофициальными названиями понятий той или иной

профессии. Например: *восток, заморозник, летник, моряна, обедник. Сиверко* (названия ветров Белого моря, бытующие у местных рыбаков и моряков) [3; с. 292].

Понятие *профессионализм* схоже с понятием *термин*. Только термин употребляется в официальной среде, а профессионализм – в бытовой. Например: *оперативная память* – это термин, а *оперативка* – это профессионализм.

Группы профессионализмов по значению очень разнообразны. Они используются в любой сфере деятельности. Рассмотрим те, которые связаны с речью программистов.

Одно из главных преимуществ профессионализмов в том, что они делают речь специалиста более яркой, подчёркивают его опытность и знание своей работы.

Рассмотрим некоторые виды образования профессионализмов [1; с. 3]:

– сокращение термина. Например: пользовательский компьютер – комп, клавиатура – клавиша, программа – прога, демоверсия – демка, облачное хранилище – облако, материнская плата – материнка, пройти регистрацию – зарегаться, отредактировать – отредачить и т.д. Стоит отметить, что сокращение термина сопровождается разговорно-стилистической окрашенностью [2; с. 241];

– использование иностранных слов. Например: use – использовать, гайд – инструкция, default – заданный по умолчанию, skill – навык, check – проверить, connection – подключение, back up – сделать резервную копию, save – сохраниться, drop файл – установить файл, ОС Windows – винда и т.д. Кроме этого, используют кальку. Калька – слово или выражение, построенное по образцу соответствующих слов и выражений чужого языка путём точного перевода их составных частей соответствующими словами или морфемами родного языка [3; с. 140].

– использование лексем в переносном значении (таблица 1);

Таблица 1.

Лексема	Нейтральное значение	Профессионализм в речи программиста
Снести	1. Сломать, разрушить. 2. Срезать, срубить. 3. Отвести, отклонить в сторону.	Удалить
Залить	1. Залить сплошь водой или иной жидкостью. 2. Испачкать жидкостью.	Установить
Троян	1. Демонический персонаж. 2. Римский император Троян.	Вирус
Обои	Материал в виде широких полос бумаги с рисунком (в старину также ткани) для оклейки (обивки) стен в жилых помещениях.	Фоновый рисунок рабочего стола

Болванка	1. Слиток стали, а также кусок железа, дерева и т. п. как заготовка для изделий. 2. Форма, на которую натягивают обувь или головные уборы во время ремонта или изготовления. 3. Артиллерийский снаряд с цельным твердым сердечником, без взрывчатки.	Пустой cd/dvd диск
Спагетти	Изделие итальянской кухни из пшеничной муки – длинные макаронные нити, отвариваемые в целом виде.	Запутанный код программы

– морфемный способ. Морфемный способ образования лексем имеет несколько способов, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Лексема	Способ	Исходная лексема	Значение
Багаюзать	Сложение кальки.	Bag, use. Используя кальку, получаем <i>багаюзать</i> .	Использовать ошибки программы
Многозадачность	Сложение слов + суффиксация	Много за-дач+н+ость	
Мониторить	Суффиксальный	Монитор	Отслеживать изменения
Засейвиться	Приставочно-суффиксальный	Save. Используя кальку, получаем <i>сейв</i> .	Сохраниться
Законнектиться	Приставочно-суффиксальный	Connection. Используя кальку, получаем <i>коннект</i> .	Установить связь
Даблклик	Сложение кальки	Double click. Используя кальку, получаем <i>даблклик</i> .	Двойное нажатие
Прокся	Суффиксальный	Прокси-сервер	Промежуточный сервер в компьютерных сетях
Кодить	Суффиксальный	Код	Писать код программы

Большинство вышеуказанных профессионализмов образованы от лексем английского языка. Это легко объясняется, ведь компьютерная сфера пришла к нам из США. В настоящее время большинство изобретений в программировании и компьютерной области в целом появляются именно там.

Профессионализмы из компьютерной сферы проникают в другие сферы общения. Например, слово *загуглить* несколько лет назад понимали далеко не все, но прошло время, и сейчас можно услышать от любого человека «Загугли!», хотя раньше говорили «найди в Интернете». Если бы вы 20 лет назад употребили словосочетание «Пиратский фильм», окружающие люди подумали бы, что это фильм про пиратов. Однако теперь почти каждый человек знает, что «Пиратский фильм» – это фильм, бесплатно скачанный с неофициального сайта.

В данном исследовании мы выяснили, что наиболее употребительными среди студентов профессионализмами являются следующие: *кодить* – писать код программы, *гуглить* – искать в поисковой системе «Google», *залить* – установить, *мониторить* – отслеживать изменения, *фича* – особенность, *винчестер* – жесткий диск, *тroyaн* – вирус, *use* – использовать, *капча* – способ проверки на реальность человека, *геймер* – человек, увлекающийся компьютерными играми. В опросе приняли участие 60 студентов 1 курса направления «Прикладная информатика».

Итак, подведем итог. Профессионализмы очень разнообразны, используются в каждой сфере деятельности. Основными видами образования профессионализмов программиста являются следующие: сокращение термина, использование иностранных слов, использование лексем, которые приобретают иные значения и стилистическую окраску в языке специальности. Особо следует отметить морфемные способы словообразования: суффиксальный и приставочно-суффиксальный. Нужно помнить, что профессионализмы неравнозначны терминам, поэтому их использование допустимо только в разговорной речи.

Литература

1. Некоторые способы образования профессионализмов указаны в статье: Локтионова Н.М., Животкова И.А. К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЛЕКСИКЕ [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – Режим доступа: URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=11729> (дата обращения: 02.03.2022)
2. Стилистика русского языка: [электронный ресурс] учебник / М.Н. Кожина, Л.Р. Дускаева, В.А. Салимовский. – 4-е изд., стереотип. – М.: Флинта: Наука, 2008. – 464 с.
3. Жеребило, Т.В. Словарь лингвистических терминов: изд. 5-е, испр. и доп. – Назрань: ООО «Пилигрим», 2010. – 486 с.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДЖОЙСТИКА НА ПОТЕНЦИОМЕТРАХ С ДАЛЬНЕЙШИМ ВЫВОДОМ ГРАФИКИ В HTTP-САЙТ

Джойстик — периферия для ввода информации в персональный компьютер. Благодаря ему, можно управлять объектом, перемещать его в одномерном пространстве.

В данной разработке, исходя из технического задания, при помощи потенциометров требуется перемещать курсор на статичном графике, расположенном на веб-сайте.

Потенциометр — это переменный резистор, работающий как делитель напряжения. На его выводы подается напряжение, которое можно регулировать при помощи вращения ручки. После требуется снять напряжение. Оно находится в диапазоне от нуля до величины, которая равняется входному напряжению.

Аналоговая периферия в микроконтроллерах является обычной практикой (датчики, аудио периферия, потенциометры и др.). Снятие напряжения осуществляется при помощи аналого-цифрового преобразователя. АЦП — преобразователь из аналогового сигнала в цифровой (или же дискретный код). АЦП состоит из блоков выбора канала и контроля сканирования (отвечают за выборку входного напряжения), а также блока контроля запуска/остановки, который можно переключать программно, так и по входным источникам.

В микроконтроллере STM32F407VE Преобразователь имеет 12 битное разрешение, минимальное время преобразования 1 мкс. Для успешной работы ПО, требуется два АЦП (один для перемещения курсора по горизонтали, а второй — по вертикали).

В программной среде CubeMX подключим два АЦП. Вход первого включается в 6 канал (порт РА6), его характеристики показаны на рисунке 1.

ADCs_Common_Settings	
Mode	Independent mode
ADC_Settings	
Clock Prescaler	PCLK2 divided by 4
Resolution	12 bits (15 ADC Clock cycles)
Data Alignment	Right alignment
Scan Conversion Mode	Disabled
Continuous Conversion Mode	Disabled
Discontinuous Conversion Mode	Disabled
DMA Continuous Requests	Disabled
End Of Conversion Selection	EOC flag at the end of single channel conversion

Рисунок 1 — Параметры первого АЦП

Входом второго АЦП назначается РС0. Рисунок 2 информирует о том, какие характеристики были выбраны для данного преобразователя.

Mode	Independent mode
ADC_Settings	
Clock Prescaler	PCLK2 divided by 4
Resolution	12 bits (15 ADC Clock cycles)
Data Alignment	Right alignment
Scan Conversion Mode	Disabled
Continuous Conversion Mode	Disabled
Discontinuous Conversion Mode	Disabled
DMA Continuous Requests	Disabled
End Of Conversion Selection	EOC flag at the end of single channel conversion

Рисунок 2 — Параметры второго АЦП

Разрядность АЦП показывает, какое количество дискретных значений может выдать преобразователь на выходе. Так, двоичный способен выдать $2^{12} = 4096$ значений.

Тактирование микроконтроллера выбирается в соответствии с рисунком 3.

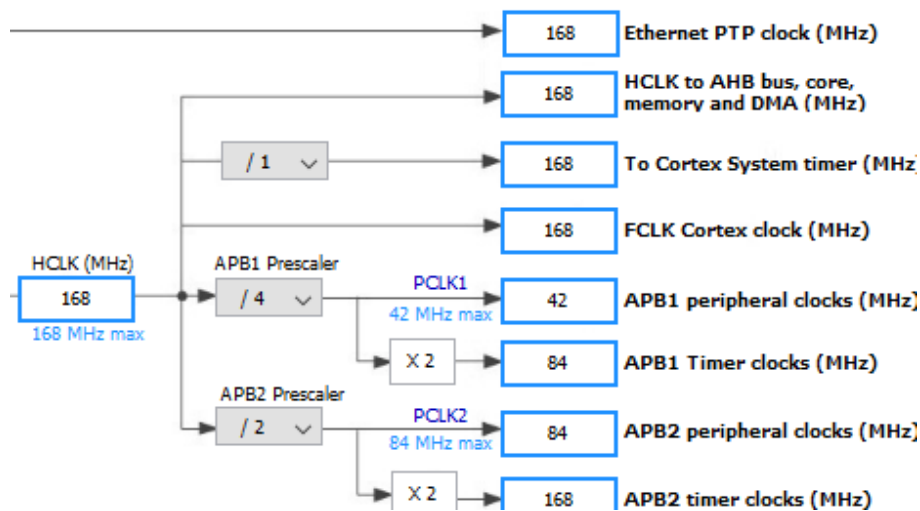


Рисунок 3 — Тактирование микроконтроллера

Для того, чтобы обрабатывать информацию на входах АЦП, требуется запустить преобразование сигнала. Затем, выждав 100 мкс, в переменную `hadc1` заносится полученное значение. Программная реализация показана на рисунке 4.

```

HAL_ADC_Start(&hadc1);
HAL_ADC_PollForConversion(&hadc1,100);
x=(uint32_t)HAL_ADC_GetValue(&hadc1);

HAL_ADC_Stop(&hadc1);
HAL_ADC_Start(&hadc2);
HAL_ADC_PollForConversion(&hadc2,100);
y=(uint32_t)HAL_ADC_GetValue(&hadc2);
HAL_ADC_Stop(&hadc2);

```

Рисунок 4 — Программная реализация работы с АЦП

Устройство находится в активном процессе разработки, исправляется машинный код, производится разного рода обновления.

Литература

1. ГОСТ ИЕС 60447-2015. Интерфейс "человек-машина" // Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация, 2016г.
2. Сикорд Р. Эффективный С. Профессиональное программирование —Питер, 2021, — 304 с.
3. Андре Л. Java. Решение практических задач —Лань, 2021, — 216 с.

*Д.А. Пронин, маг., А.А. Лысенков, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПРИНЦИП РАБОТЫ С USB ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

USB — интерфейс для подключения устройств периферийного назначения к персональному компьютеру. Он позволяет обмениваться не только данными, но и подавать питание (например, на клавиатуру, мышку, программатор STM32, на саму плату STM32F4). Существуют такие стандарты, как USB2.0, USB OTG и USB3.0.

Чаще всего в микроконтроллерах STM32 используется спецификация интерфейса USB OTG. Благодаря этому, устройство способно выступать в качестве хоста USB, допуская возможность подключения других устройств, таких как компьютерная мышь, клавиатура, флеш-накопитель, камера и другие. Также, STM32 может выполнять роль периферийного устройства.

Класс USB HID — класс устройств для связи с человеком. Он описывает множество используемого оборудования, используемых в каждом компьютере. USB HID клавиатуры имеют в наличие поток входных данных, с помощью которого передается нажатие клавиш, а также выходной, который отправляет статус индикаторов периферии от компьютера (или микроконтроллера) к клавиатуре.

Одно из преимуществ данного класса — большое количество драйверов.

В CubeMX можно настроить USB как хост, так и девайс (как периферийное устройство) (рисунок 1).

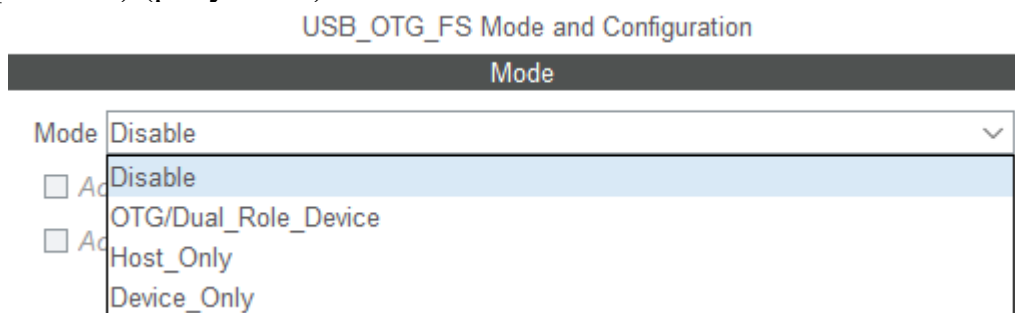


Рисунок 1 — Настройка USB в программной среде

После выбора назначения устройства, присутствует возможность активировать шину питания (рисунок 2). На некоторых платах не требуется данное действие, так как питание подвязано напрямую к VCC. SOF является индикатором внешней синхронизации (обычно не используется).

- Activate_SOF
- Activate_VBUS

Рисунок 2 — VBUS и SOF

Назначим USB как периферийное устройство, выбрав класс HID (рисунок 3).

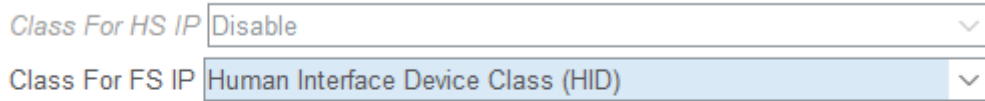


Рисунок 3 — Назначение USB как device

Частоту тактирования устанавливается равным 48 МГц в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4 — Тактирование USB

Descriptor — массив данных передачи информации хосту. На рисунке 5 показан протокол обмена и функционирования устройства для компьютерной мыши.

```

__ALIGN_BEGIN static uint8_t HID_MOUSE_ReportDesc[HID_MOUSE_REPORT_DESC_SIZE] __ALIGN_END =
3{
    0x05, 0x01,
    0x09, 0x02,
    0xA1, 0x01,
    0x09, 0x01,

    0xA1, 0x00,
    0x05, 0x09,
    0x19, 0x01,
    0x29, 0x03,

    0x15, 0x00,
    0x25, 0x01,
    0x95, 0x03,
    0x75, 0x01,

    0x81, 0x02,
    0x95, 0x01,
    0x75, 0x05,
    0x81, 0x01,

```

Рисунок 5 — Дескриптор для мыши

Микроконтроллер и компьютер производят обмен по заранее готовым структурам (report). Устройства различают report по ID (они идут первым байтом в потоке данных).

Для примера, можно при помощи STM32F407VE подвигать мышью вверх и вниз на небольшое количество пикселей. Для этого подготавливается буфер для передачи в шину управления: в него записывается координаты x и y позиции устройства. После этого осуществляется отправка report на хост (т.е. компьютер) (рисунок 6).

```
GetPointerData(HID_Buffer);  
  
USB_D_HID_SendReport(&hUsbDeviceFS, HID_Buffer, 4);
```

Рисунок 6 — Отправка report на хост

После того, как контроллер прошьется и перезагрузится, на мониторе будет видно, как мышь двигается.

Теперь USB будет в роли хоста. На рисунке 7 показано, как будет приниматься данные с USB клавиатуры.

```
if(USBH_HID_GetDeviceType(phost) == HID_KEYBOARD) // if the HID is KEYBOARD  
{  
    uint8_t key;  
    HID_KEYBD_Info_TypeDef *Keyboard_Info;  
    Keyboard_Info = USBH_HID_GetKeybdInfo(phost); // get the info  
    key = USBH_HID_GetASCIIcode(Keyboard_Info); // get the key pressed  
}
```

Рисунок 7 — Программный код принятия данных с клавиатуры

Если устройство определяется как клавиатуры, то получаем информацию о нажатой клавиши в системе ASCII.

Устройство находится в активном процессе разработки, исправляется машинный код, производятся разного рода обновления.

Литература

1. ГОСТ ИЕС 60447-2015. Интерфейс "человек-машина" // Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация, 2016г.
2. Агуров П.В. Интерфейс USB. Практика использования и программирования — БХВ-Петербург, 2006, — 576 с.
3. Сикорд Р. Эффективный C. Профессиональное программирование — Питер, 2021, — 304 с.

*Д.А. Пронин, маг., А.А. Лысенков, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

ПОДБОР КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕВЕРСИВНОГО СВЕТОФОРА С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПРИ ПОМОЩИ ETHERNET

Существует период времени, когда на дорогах начинают проявляться ямки, уничтожается асфальт. Движение по данным участкам становится весьма затруднительным, и, следовательно, требуется проводить капитальный ремонт.

Для ремонта дороги нужно перекрывать как минимум одну полосу движения, тем самым усложняется движение, образуются автомобильные пробки. Помимо этого, могут происходить дорожно-транспортные происшествия без или с человеческими жертвами.

Чтобы избежать этих ужасных действий, нужно воспользоваться реверсивным светофором.

Реверсивный светофор, исходя из правил дорожного движения, используется для регулирования движения транспортных средств по одной полосе в противоположных направлениях. Он может иметь как привычную форму

устройства регуляровщика (красный, желтый и зеленый круглые сигналы), так и иную: красный крест, зеленая стрелка вниз, и желтую стрелку по диагонали вниз в обе стороны (рисунок 1).

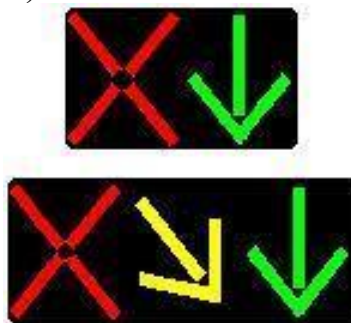


Рисунок 1 — Рекурсивный светофор

В роли мозга, который будет руководить работой всего устройства, выбирается многоцелевой модуль на основе 32-разрядного микроконтроллера STM32F407. Используемый контроллер имеет на своём борту ядро Cortex-M4F. Данное ядро включает в себя блоки защиты памяти, арифметики. Тактовая частота достигает 168 МГц. Присутствует также 512 кб флэш-памяти и 192 кб ОЗУ.

Для успешной реализации веб-страницы удаленного доступа устройством требуется выход в Ethernet. Модуль высокопроизводительного трансивера физического уровня LAN8720 (рисунок 2) от компании SMSC можно использовать в данной задаче. Его питание составляет 3.3В.



Рисунок 2 — Модуль LAN8720

Модуль требуется соединить при помощи Ethernet кабеля либо с роутером, чтобы обеспечить подключение удаленное, либо с ноутбуком, который будет располагаться с устройством. Если оба варианта не подходят, то присутствует другой вариант.

Чтобы избежать лишней коммутации, можно воспользоваться беспроводными типами связи. Например, Wi-Fi модуль SPWF01SA (рисунок 3).



Рисунок 3 — Модуль Wi-Fi

Wi-Fi сеть работает на небольших расстояниях, но для небольшого участка дороги этого хватит. Передача данных возможна на телефон, так и на компьютер. Модуль поддерживает стандарт 802.11. Для управления передатчиком используются команды AT по UART каналу. Модуль позволяет хранить страницы, веб-сервера, pdf, doc. На всё это выделяется 512 кбайт.

Перечень всех сообщений, которые могут быть между микроконтроллером и модулем, состоит из команд AT, переменных конфигурации, статус модуля, асинхронные незапрашиваемые сообщения (рисунок 4).

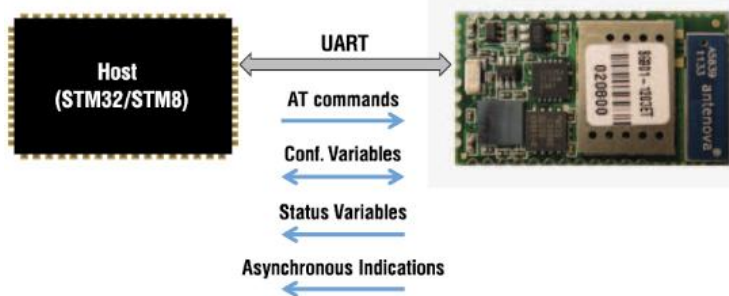


Рисунок 4 — Интерфейс управления

Основной интерфейс — полный UART с квитированием RTC/CTS. Максимальная скорость составляет 921 кбит/с. Соответственно, RXD хоста устройства соединяется в TXD1 модуля, TXD — RXD1, RTS — CTS1_DN, CTS — RTS1_DP. В случае необходимости световой индикации, есть возможность подключить три светодиода, показывающие следующие состояния: присутствует питание, режим Wi-Fi Link Up (подключение установлено) и о том, что устройство запущено.

Для самого светофора требуются небольшие лампочки. Их напряжения питания не должно составлять более 5В. Чтобы цвета светофора соответствовали стандартным (красный, желтый, зеленый), можно использовать пластиковые линзы разного цвета.

Устройство находится в активном процессе разработки, подбирается компонентная база, разрабатывается алгоритм работы.

Литература

1. Хабаров С.П. Построение распределенных систем на базе WebSocket — Лань, 2021, — 216 с.
2. Правила дорожного движения — Проспект, 2022, — 80 с.
3. Смирнова Е.В. Технология современных беспроводных сетей Wi-Fi — Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017, — 448 с.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Веб-сайт — одна или несколько связанных веб-страниц, на которых располагается разного рода информация, объединенные общей концепцией (например, интернет-магазин). Веб-сайт обладает уникальными характеристиками: IP-адрес, доменное имя, название сайта. Каждой странице присваивается свой URL-адрес, по которому она располагается в сети.

За графическую оболочку отвечает язык описания внешнего вида CSS. При помощи него можно задать цвета, шрифты, стили для разных блоков, их расположение и их особенности.

JavaScript — язык программирования, направленный для осуществления функционирования и интерактивности сайта. При помощи него можно выполнять как легкие функции (изменять цвета, менять содержимое блоков, производить расчеты), так и производить более сложные манипуляции (взаимодействие с базой данных). В данной работе используются оба языка.

Внешний вид сайт в текущей работе представлен на рисунке 1.

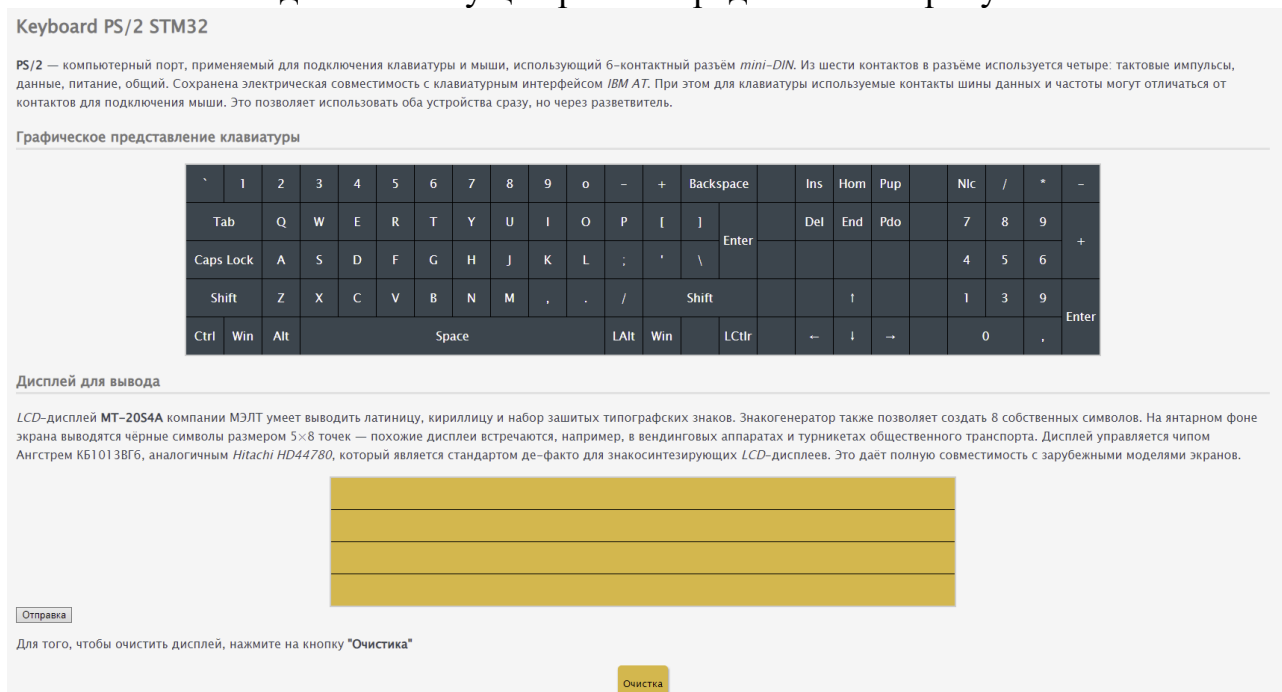


Рисунок 1 — Внешний вид сайта

В соответствии с техническим заданием, на сайте реализовано следующее: графическое представление стандартной клавиатуры, нажатые клавиши отображаются красным сигналом, и графическое представление дисплея, на котором будут отображаться нажатые символы.

Графическое представление стандартной клавиатуры создано на основе обычной таблицы, каждой ячейке которой назначен номер, соответствующий номеру символа в таблице ASCII.

Аналогичным способом реализован и дисплей, но используются уникальные номера (от 1000). Пришедший код символа сохраняется в массив, состоящий из 80 символов. В каждую ячейку, в соответствии с настоящим дисплеем на чипе КБ1013ВГ6, записывается элемент текущей позиции в массиве. Предусмотрен автоматический переход на следующую строку, стрелки курсора и так далее.

Ниже дисплея располагается кнопка для очистки содержимого, удаляются все символы, позиция курсора устанавливается в изначальное положение.

После того, как вся страница прогрузилась (элемент *body* языка разметки *html*), веб-сайт осуществляет попытку подключения по *WebSocket*. Микроконтроллер отправит ответ на этот запрос. Как только данное сообщение дойдет до сайта, страница начнет «прослушивать» сообщения по *IP*-адресу *STM32F407* и порту 8080.

Информация о нажатой клавише приходит в небольшом массиве разрядностью *uint8*, где первый элемент массива содержит либо нажатую клавишу, в соответствии с таблицей *ASCII* (латинские буквы/цифры), либо сигнализирует о том, что используется символ из расширенной таблицы *ASCII* (например, клавиши управления курсором). В таком случае, во второй элемент массива записывается код нажатой кнопки.

Перед каждым новым нажатием клавиши, поле клавиатуры окрашивается в стандартный цвет (либо после истечения 5 секунд с момента последней отправки кода кнопки).

Проверка нажатой клавиши осуществляется при помощи обычной конструкции *if-else*. Первоначально проверяется, из расширенной таблицы код или из стандартной. При первом случае, нажатая клавиша сравнивается с кодами клавиш управления курсора. При каком-либо совпадении, происходит окрашивание соответствующей кнопки и изменение указатель курсора (меняется позиция в массиве, меняется ячейка в таблице, меняется позиция в строке).

При втором случае, проверяется, является ли нажатая кнопка «*Space*», «*Enter*» или латинский символ/цифра. Так, при первой клавише, появляется отступ между буквами, при второй — переход на следующую строку.

Если код соответствует латинской букве или цифре, то выясняется, строчная или прописная буква, то есть проверить, нажата ли дополнительно кнопка «*Shift*» или «*Caps Lock*». Согласно таблице *ASCII*, от 65 до 90 кода в десятичной системе счисления располагаются прописные буквы, а от 97 до 122 — строчные.

Для вывода символа требуется преобразовать его в строку из целочисленного типа данных, а затем записать её в массив, предназначенный для хранения всех символов.

Так как присутствует возможность изменения положения курсора, то есть вероятность, что в текущей или в следующей уже присутствует какой-то элемент. Если ячейка занята, то происходит сдвиг вправо всех элементов.

Вывод символа осуществляется при помощи свойства *innerHTML*. Она позволяет очистить содержимое поля или добавить что-то новое. При установке нового, первоначальное удаляется старое.

Устройство находится в активном процессе разработки, исправляется машинный код, производятся разного рода обновления.

Литература

1. ГОСТ ИЕС 60447-2015. Интерфейс "человек-машина" // Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация, 2016г.
2. Хабаров С.П. Построение распределенных систем на базе WebSocket —Лань, 2021, — 216 с.
3. Андре Л. Java. Решение практических задач —Лань, 2021, — 216 с.

Д.А. Пронин, студ.

(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

ОПИСАНИЕ МЕТОДА РАБОТЫ С PS2 КЛАВИАТУРОЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

PS/2 клавиатура (рис. 1) в современном мире используется намного меньше, чем раньше. Их скорость передачи составляет от 80 до 300 кб/с. Сначала PS2 реализовывался микросхемой контроллера 8048. Спустя некоторое время, на его замену пришла микросхема микроконтроллера 8042.



Рисунок 2 — PS/2 клавиатура

Физический разъем PS/2 имеет 6 контактов, но используются только 4. В соответствии с рисунком 2, контакт 1 отвечает за передачу данных на основе протокола, контакт 2 и 5 – не используются, контакт 3 и 4 – это земля и питание, а контакт 5 – сигнал синхронизации (тактовые импульсы). Для подачи питания на подключаемую клавиатуры, требуется +5В. Для сравнения, клавиатура потребляет до 300 мА, а компьютерная мышь в три раза меньше – 100 мА.

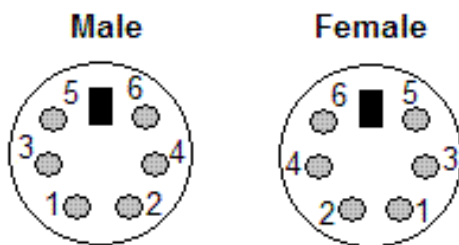


Рисунок 3 — Порт PS/2

Выводы данной периферии реализованы на транзисторе с открытым коллектором (рис. 3). Данная схема используется, когда требуется управлять одним сигналом с нескольких устройств, то есть контроллер внутри клавиатуры и микроконтроллер. Это делается для того, чтобы STM32F4 могла зажигать светодиоды, например Caps Lock (если была нажата эта клавиша).

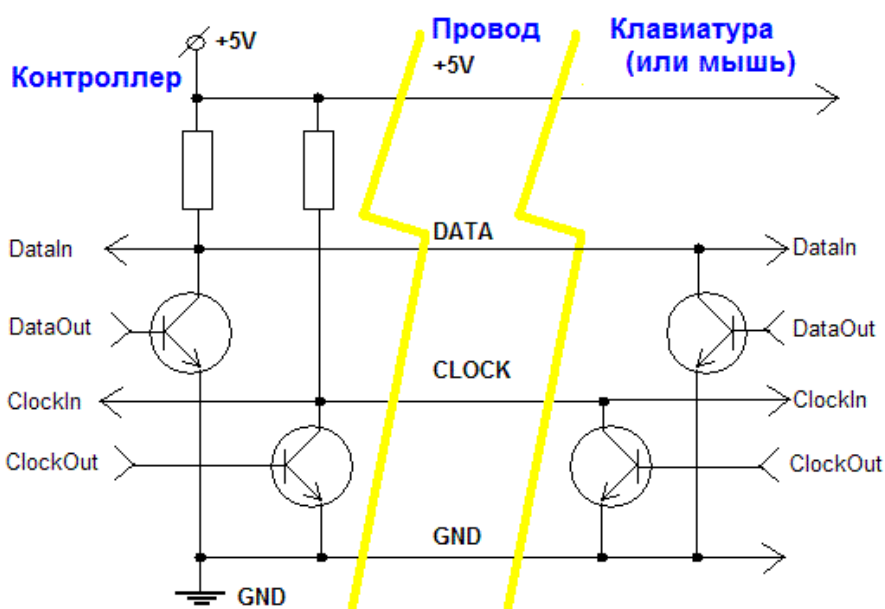


Рисунок 4 — Схема подключения PS/2 клавиатуры

В начальный период времени сигналы Data и Clock выдают логическую единицу (напряжение +3,3В или +5В, в зависимости от поданного питания).

Информация передается в соответствии с протоколом для PS/2. Между хостом-клавиатурой и устройством-микроконтроллером осуществляется при помощи пакета данных по 11 бит. Первый бит всегда равен нулю, так как он является стартовым. Следующие 8 бит отводятся под данные. После идет бит, дополняющий количество единичных битов до нечетного. Временная диаграмма передачи от клавиатуры к микроконтроллеру показана на рисунке 4.

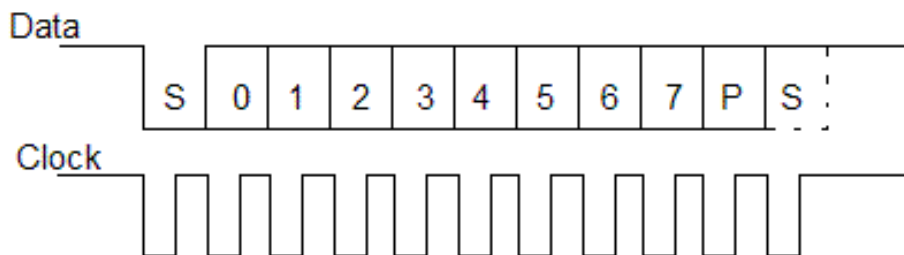


Рисунок 5 — Временная диаграмма передачи данных

Таким образом, сам механизм работы передачи заключается в следующем: в любой момент времени, когда не ведется передача данных, на линиях Clock и Data передается логическая единица. Как только пользователь нажал на кнопку клавиатуры, линия Clock выставляет логический ноль, а на Data — стартовый бит. После с периодом 5 мкс изменяется состояние Clock. На Data выставляется по положительному перепаду (по фронту) либо ноль, либо единица в соответствии со сканкодом клавиши в двоичной системе счисления. Первоначально, перед самым сканкодом клавиатура отправляет команду на выдачу импульсов в выходной порт (F0 в шестнадцатиричной системе счисления).

Литература

1. ГОСТ ИЕС 60447-2015. Интерфейс "человек-машина" // Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация, 2016г.
2. Хабаров С.П. Построение распределенных систем на базе WebSocket —Лань, 2021, — 216 с.
3. Андре Л. Java. Решение практических задач —Лань, 2021, — 216 с.

Д.А. Пронин, студ.

(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Информация передается в соответствии с протоколом для PS/2. Между хостом-клавиатурой и устройством-микроконтроллером осуществляется при помощи пакета данных по 11 бит. С периодом 5 мкс изменяется состояние Clock. На Data выставляется по положительному перепаду (по фронту) линии тактирования либо ноль, либо единица в соответствии со сканкодом клавиши в двоичной системе счисления.

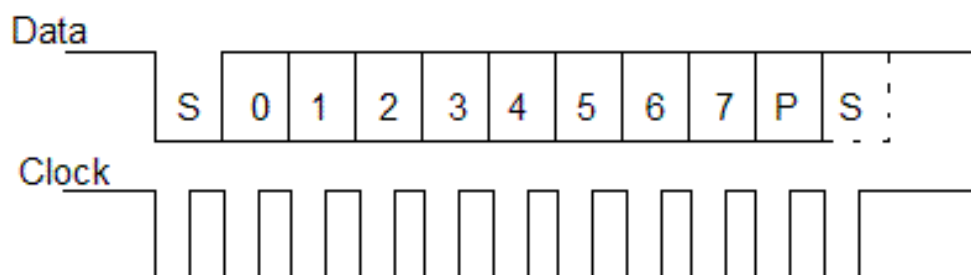


Рисунок 1 — Временная диаграмма передачи данных

Первым сканкодом при нажатии кнопки является F0. Данный код является управляющим, он отвечает за команду выдачи импульсов в выходной порт. После него отправляется сканкод нажатой клавиши.

Пришедший символ требуется распознать в системе ASCII, так как последующая работа будет проходить именно в ней (передать на httpd-сайт). На основе имеющихся сканкодов каждой клавиши, составляется таблица кнопок (часть этой таблицы показана на рис. 2).

```

{0x4E,0x2D,0x5F}, // -, _
{0x55,0x3D,0x2B}, // =, +
{0x5D,0x5C,0x7C}, // \, |

{0x1C,0x61,0x41}, // a, A
{0x32,0x62,0x42}, // b, B
{0x21,0x63,0x43}, // c, C
{0x23,0x64,0x44}, // d, D
{0x24,0x65,0x45}, // e, E
{0x2B,0x66,0x46}, // f, F
{0x34,0x67,0x47}, // g, G
{0x33,0x68,0x48}, // h, H
{0x43,0x69,0x49}, // i, I
{0x3B,0x6A,0x4A}, // j, J
{0x42,0x6B,0x4B}, // k, K
{0x4B,0x6C,0x4C}, // l, L
{0x3A,0x6D,0x4D}, // m, M
{0x31,0x6E,0x4E}, // n, N
{0x44,0x6F,0x4F}, // o, O
{0x4D,0x70,0x50}, // p, P
{0x15,0x71,0x51}, // q, Q
{0x2D,0x72,0x52}, // r, R
{0x1B,0x73,0x53}, // s, S
{0x2C,0x74,0x54}, // t, T
{0x3C,0x75,0x55}, // u, U
{0x2A,0x76,0x56}, // v, V
{0x1D,0x77,0x57}, // w, W
{0x22,0x78,0x58}, // x, X
{0x1A,0x79,0x59}, // y, Y
{0x35,0x7A,0x5A}, // z, Z
{0x29,0x20,0x20}, // Space

```

Рисунок 2 — Таблица кнопок клавиатуры

Основываясь на рисунке 2, в первом столбце располагаются шестнадцатиричный код клавиш PS/2 клавиатуры, во втором столбце — код того же самого символа, но в таблице ASCII, а в третьем — прописной, либо дополнительный символ.

Для чтения линии Clock используется прерывание, ибо требуется быстрая реакция микроконтроллера на внешние события. Обычный метод опроса каждого вывода GPIO довольно медленно. Любой порт может быть использован как внешнее прерывание, но одновременно настроенных GPIO выводов не может быть более, чем шестнадцать. Каждые EXTI соединяются с помощью мультиплексоров (рис.3).

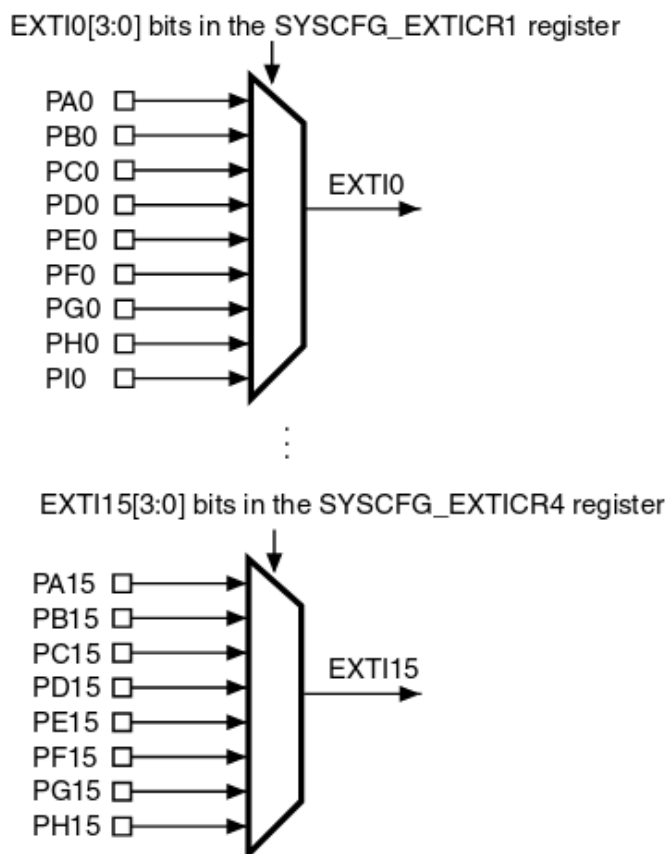


Рисунок 3 — Организация линии внешних прерывания

В данном проекте на роль внешнего прерывания назначен вывод PD9, а PD8 будет принимать данные с канала Data (рис. 4).



Рисунок 4 — Организация вывод

Как только приходит сигнал на линии Clock, микроконтроллер прерывается по фронту. GPIO, выбранный в качестве приема данных, опрашивается. Первый бит игнорируется, так как он стартовый. Далее переменная, в которую сохраняется пришедший символ, сдвигается на один бит вправо. Всё из-за того, что клавиатура посылает данные в обратном порядке, следовательно, биты требуется перевернуть. Если на выходе GPIO будет логическая единица, то в данную переменную также заносится единица.

По истечению 11 битов, микроконтроллеру ставится задача разобрать пришедший код, понять, нажата ли кнопка Shift или Caps Lock, сравнить с таблицей (рис. 2), а также выдать пользователю пришедший символ или команду.

Устройство находится в активном процессе разработки, исправляется машинный код, производится разного рода обновления.

Литература

1. ГОСТ ИЕС 60447-2015. Интерфейс "человек-машина" // Основные принципы безопасности, маркировка и идентификация, 2016г.
2. Хабаров С.П. Построение распределенных систем на базе WebSocket —Лань, 2021, — 216 с.
3. Андре Л. Java. Решение практических задач —Лань, 2021, — 216 с.

*Н.Н. Строев, к. т. н, доц.; Н.А. Полищук, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМ ЭЛЕКТРОННОГО КОМПАСА

Среди устройств и приборов для ориентирования в пространстве компас является лучшим и до сих пор не потерял своей актуальности. Ориентирование, основанное на измерении магнитного поля Земли (МПЗ), является надежным и позволяет достаточно точно определить положение объекта в пространстве. Также компас имеет хорошие перспективы развития, в настоящее время ведутся разработки в области повышения точности измерений, улучшения массогабаритных показателей и расширения сферы применения.

На рисунках 1 и 2 представлены структурная и функциональная схемы разрабатываемого электронного компаса соответственно.

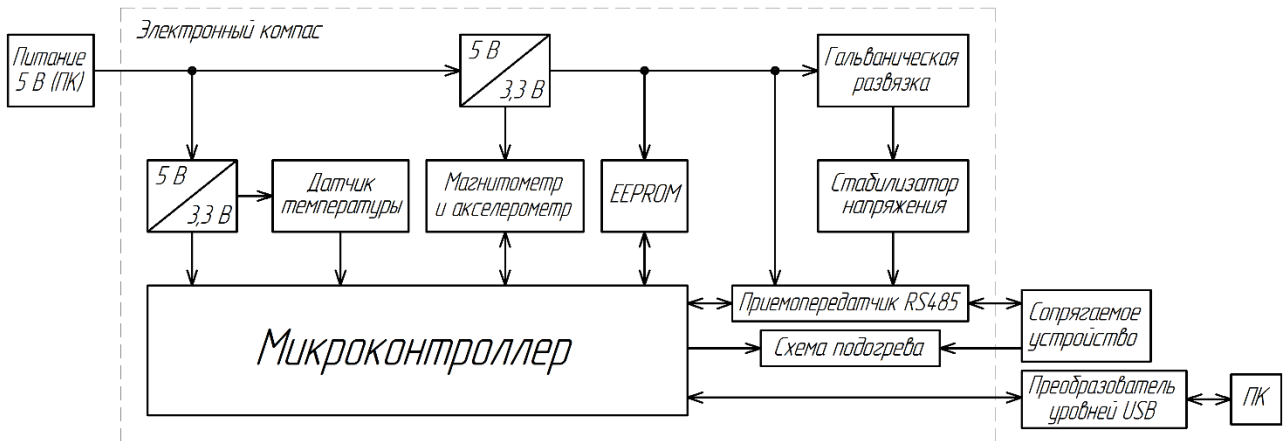
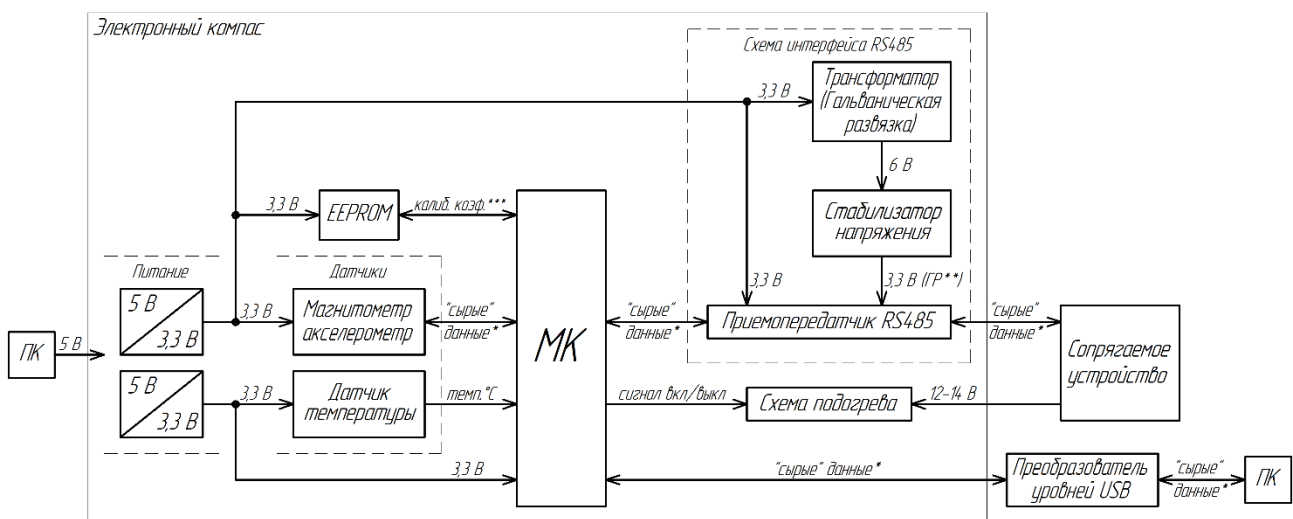


Рисунок 1 – Структурная схема электронного компаса



* Необработанные данные с измерительного модуля
напряженности магнитного поля и проекции ускорения
** Гальванически развязанное напряжение
*** Калибровочные коэффициенты

Рисунок 2 – Функциональная схема электронного компаса

Одной из главных частей разрабатываемого устройства является микроконтроллер. Он постоянно получает данные с датчика температуры, и в зависимости от результата подключает или отключает остальные части схемы [1]. При всех температурах из рабочего диапазона работают микроконтроллер и датчик температуры – устройство находится в режиме «ожидания». При температуре выше -40°C начинают работать магнитный датчик, акселерометр, гироскоп, постоянная память и интерфейсы связи с сопрягаемым устройством и персональным компьютером – устройство находится в «рабочем» режиме. При температуре ниже -40°C начинает работать схема подогрева, питающаяся от сопрягаемого устройства. При температуре выше -40°C схема подогрева отключается.

Магнитометр, акселерометр и гироскоп измеряют характеристики магнитного поля, проекцию ускорения и угловую скорость соответственно [2]. Полученные данные являются необработанными, или «сырыми». Они передаются на микроконтроллер, а обработка происходит уже на сопрягаемом устройстве или

ПК. В результате формируются данные о курсе, тангаже и крене объекта. Помимо датчиков, микроконтроллер обменивается данными с постоянной памятью. В неё записываются и из неё читаются коэффициенты для калибровок [3].

Питается разрабатываемое устройство от постоянного напряжения 5 вольт. В зависимости от сценария использования такое напряжение может браться либо напрямую с разъема USB персонального компьютера, либо с источника питания, входящего в состав сопрягаемого устройства. Для питания микросхем электронного компаса используются два преобразователя напряжения из 5 в 3,3 вольта. Один преобразователь питает микроконтроллер и датчик температуры, а другой – магнитометр, акселерометр, гироскоп, постоянную память и схему интерфейса связи с сопрягаемым устройством.

Возможен вариант питания всех микросхем от одного преобразователя напряжения, однако в таком случае для реализации двух режимов работы придется добавлять дополнительные ключи, которые будут коммутировать нужные части схемы в определенный момент, что весьма усложнит схемотехнику устройства и понизит надежность. В случае с двумя преобразователями дополнительные ключи не нужны: микроконтроллер постоянно анализирует температуру и в зависимости от результата подключает или отключает второй преобразователь напряжения, который отвечает за питание остальной части схемы. Такой вариант питания является более простым и надежным [4].

С выходов микроконтроллера по интерфейсу UART данные с датчиков поступают на изолированный приемопередатчик RS485 и преобразователь уровней USB. Микросхема для интерфейса RS485 имеет гальваническую изоляцию, поэтому требует использования двух разных, гальванически развязанных, напряжений питания. Первое берется с одного из преобразователей напряжения, а второе формируется с помощью трансформатора и линейного стабилизатора напряжения. Преобразователь уровней USB питается от порта ПК. С выходов изолированного приемопередатчика RS485 и преобразователя уровней USB информация о напряженности магнитного поля, проекции ускорения и угловой скорости объекта поступает на сопрягаемое устройство и ПК соответственно. В роли сопрягаемого устройства могут выступать тепловизионные приборы, беспилотные летательные аппараты, самолеты, морские суда, автомобильная и бронетехника, буровые установки, мобильные устройства.

Таким образом, разработаны структурная и функциональная схемы устройства, приведено описание блоков, входящие в их состав, а также описание функциональных связей между блоками. Описана схема питания устройства.

Список литературы

1. Платт Ч. Энциклопедия электронных компонентов. Том 3. Датчики: Пер. с англ. / Ч. Платт, Ф. Янссон – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 288 с.:ил.
2. Яловенко А.В. Магнитные компасы / А.В. Яловенко – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2013. – 100 с.

3. Студеникин А.И. Устройство и эксплуатация магнитных компасов / А.И. Студеникин – Новороссийск: НГМА, 2001. – 148 с.
4. Семенов, Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному [Текст] / Б. Ю. Семенов – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 416 с.

*Н.Н. Строев, к. т. н, доц.; Н.А. Полищук, маг.
(Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске)*

СУЩЕСТВУЮЩИЕ АНАЛОГИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ЭЛЕКТРОННОГО КОМПАСА

В последние годы на рынке появилось большое количество моделей электронных компасов, выпускаемых зарубежными и отечественными производителями. Эти модели имеют различные характеристики, набор функций и конструктивное оформление. Однако у таких приборов существует ряд значительных недостатков. Для их выявления рассмотрим существующие электронные компасы, предназначенные для ориентирования на местности, определения угловой ориентации объектов и использования в навигационных системах.

В России такие устройства изготавливает компания «Лазерные компоненты» (ЛК). В списке моделей представлено большое количество компасов, отличающихся по количеству осей датчиков, наличию корпуса, рабочему напряжению, курсовой точности, габаритам и интерфейсу вывода данных. Электронные компасы могут иметь разные схемы в зависимости от своего назначения, но у всех моделей этих приборов есть ряд общих узлов и блоков. Схема такого компаса включает в себя: 2 канала, измеряющие напряжённость магнитного поля Земли (МПЗ) по осям X и Y; канал для измерения угла наклона компаса; микропроцессор; блок для ввода места расположения; выходной интерфейс; блок памяти; графический либо цифровой индикатор и источник питания [1].

Электронные компасы ЛК-ЦК-Б3000, ЛК-ЦК-Д5000, ЛК-ЦК-Л215, ЛК-ЦК-С345, ЛК-ЦК-Х395 являются ближайшими аналогами разрабатываемого устройства. Подробно рассмотрим некоторые из них. На рисунке 1 представлен электронный компас ЛК-ЦК-Л215.



Рисунок 1 – Внешний вид электронного компаса ЛК-ЦК-Л215

Модель ЛК-ЦК-Л215 (ЛЕС 215) представляет собой бюджетный вариант двухосевого электронного компаса, который определяет курсовой угол носителя на основе изменений МПЗ с использованием технологии компенсации жёст-

ких и мягких магнитных помех. В состав прибора входят цифровые магнитометры и акселерометры. Возможно также бескорпусное исполнение устройства.

К недостаткам можно отнести: высокую погрешность измерения; необходимость внешнего источника питания для работы; использование импортных магнитометров и акселерометров; необходимость разработки собственного ПО; отсутствие возможности измерения тангажа и крена; ремонтпригодность.

На рисунке 2 представлен электронный компас ЛК-ЦК-Д5000.



Рисунок 2 – Внешний вид электронного компаса ЛК-ЦК-Д5000

Модель ЛК-ЦК-Д5000 (DMC 5000) представляет собой высокоточный и сверхкомпактный электронный компас, созданный на основе однокристального микропроцессора. Благодаря сильной противоинтерференционной способности и использованию различных способов компенсации помех, этот прибор может выдерживать достаточно сложные условия эксплуатации.

К недостаткам можно отнести: высокую стоимость устройства – 1500 \$; необходимость внешнего источника питания для работы; использование импортных магнитометров и акселерометров; необходимость разработки собственного ПО; ремонтпригодность.

Также рассмотрим иностранные аналоги разрабатываемого устройства. На рисунке 3 представлен электронный компас HMR3300, производства компании «Honeywell» (США).

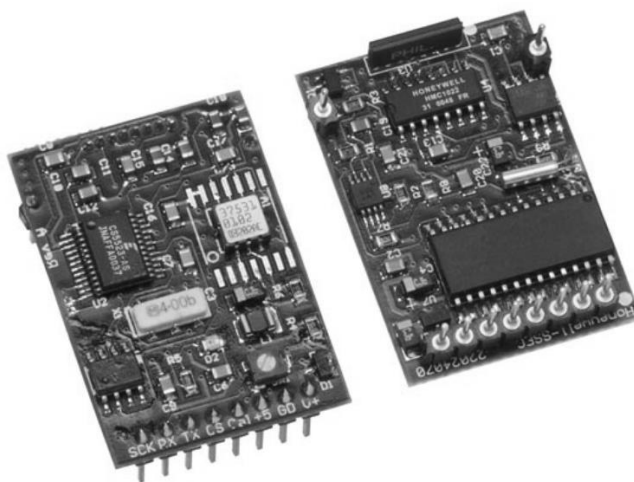


Рисунок 3 – Внешний вид электронного компаса HMR3300

Модель HMR3300 представляет собой электронный компас, который передаёт высокоточную информацию о курсе, тангаже и крене носителя. Использование магниторезистивных датчиков собственного производства позволяет добиться надежности, высокой точности и легкой интеграции компаса в системы с использованием последовательного интерфейса данных 5-вольтового логического уровня с командами в формате ASCII. HMR3300 включает в себя МЭМС-акселерометр для трехосного точного компаса с компенсацией наклона в диапазоне до $\pm 60^\circ$. Устройство выполнено в бескорпусном исполнении.

К недостаткам можно отнести: высокую стоимость устройства – 1300 \$; низкую точность определения азимута (при тангаже $> 0^\circ$); низкую точность определения тангажа и крена (при тангаже от 30° до 60°); необходимость внешнего источника питания для работы; отсутствие компенсации мягких магнитных помех; отсутствие возможности ввода места расположения; отсутствие алгоритмов фильтрации данных; использование импортных магнитометров и акселерометров; необходимость разработки собственного ПО; отсутствие корпуса; низкую доступность устройства; ремонтпригодность.

Помимо «Honeywell» в США разработкой продуктов и технологий для позиционирования и навигации занимается компания «PNI». По аналогии с «Honeywell» в «PNI» используются собственные датчики, алгоритмы и периферийные вычисления (периферийный ИИ). Это позволяет добиться надежности и высокой точности измерений. Устройства компании «PNI» имеют широкую область применения и в зависимости от модели используются в беспилотных системах и дронах, океанологии, военной технике, спутниковой и космической отрасли, робототехнике, разведке нефти, противолодочной обороне, лазерных дальномерах, локаторах дальних целей, гидролокационных буюх, измерителях морских течений, горных ориентационных зондах и так далее. В ассортименте представлены следующие модели компасов: TCM-XB, Prime, TCM-MB, TargetPoint-TCM, TargetPoint-SX, TRAX2, SeaTRAX. Ближайшим аналогом разрабатываемого устройства является модель TargetPoint-TCM. На рисунке 4 представлен электронный компас TargetPoint-TCM [2].

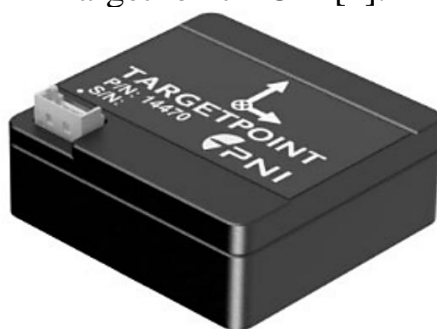


Рисунок 4 – Внешний вид электронного компаса TargetPoint-TCM

TargetPoint-TCM (TPTCM) сочетает в себе высокочувствительные магнито-индуктивные датчики PNI с новейшим высокостабильным 3-осевым МЭМС-акселерометром и 3-осевыми МЭМС-гироскопами, обеспечивающими точную ориентацию во время движения и в условиях магнитных полей. Запатентован-

ные алгоритмы подавления магнитных аномалий устраняют ошибки из-за магнитных искажений даже в неблагоприятных магнитных условиях.

К недостаткам можно отнести: высокую стоимость устройства – 2000 \$; необходимость внешнего источника питания для работы; использование импортных магнитометров, акселерометров и гироскопов; низкую доступность устройства; ремонтпригодность.

В Китае производством электронных компасов занимается компания «RION». В ассортименте имеются следующие модели: HCM370B-HCM375B, DCM250B/DCM260B, DCM301B/DCM302B, HCM508B. Ближайшим аналогом разрабатываемого устройства является модель DCM250B/DCM260B. На рисунке 5 представлен электронный компас DCM250B/DCM260B [3].

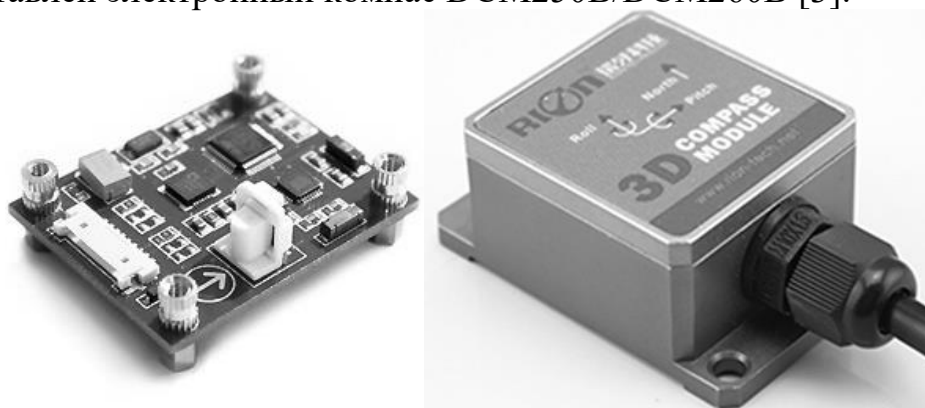


Рисунок 5 – Внешний вид электронного компаса DCM250B/DCM260B

Модель DCM250B/DCM260B представляет собой бюджетную версию трёхосевого электронного компаса, использующую алгоритм жесткой и мягкой магнитной калибровки. В данное устройство интегрирован трехосевой феррозондовый датчик, который вычисляет курс в режиме реального времени с помощью центрального процессора, а также трехосевой акселерометр для компенсации курса в диапазоне углов наклона до $\pm 40^\circ$.

К недостаткам можно отнести: низкую точность определения азимута (при тангаже от 10° до 60°); необходимость внешнего источника питания для работы; отсутствие возможности ввода места расположения; использование импортных магнитометров и акселерометров; необходимость разработки собственного ПО; ремонтпригодность. Для удобства сравнения рассмотренных аналогов их основные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Аналоги разрабатываемого электронного компаса

Модель	LEC 215	DMC 5000	HMR3300	TPTCM	DCM260B
Страна	РФ	РФ	США	США	Китай
Изготовитель	ЛК	ЛК	Honeywell	PNI	RION
Цена	75 \$	1 500 \$	1 300 \$	2 000 \$	1 000 \$
Разрешение измерений	$0,1^\circ$	$0,01^\circ$	$0,1^\circ$	$0,01^\circ$	$0,1^\circ$
Курсовая точность (в горизонте)	$2,0^\circ$	$0,25^\circ$	$1,0^\circ$	$0,25^\circ$	$0,8^\circ$
Диапазон измерения	–	$\pm 45^\circ$	$\pm 60^\circ$	$\pm 90^\circ / \pm 180^\circ$	$\pm 85^\circ$

тангажа/крена					
Точность определения тангажа/крена	–	0,1°	0,5-1,2°	0,2°	0,1-0,3°
Магнитометр/ кол-во осей	+ / 2	+ / 3	+ / 3	+ / 3	+ / 3
Акселерометр	+	+	+	+	+
Гироскоп	–	–	–	+	–
Компенсация жестких магнитных помех	+	+	+	+	+
Компенсация мягких магнитных помех	+	+	–	+	+
Компенсация наклона	+	+	+	+	+
Ввод места расположения	+	+	–	–	–
Фильтр Калмана	–	+	–	+	–
Наличие ПО	–	–	–	+	–
Рабочее напряжение	5 В	5 В	6-15 В	3,7-9 В	5 В / 9-36 В
Потребляемый ток	30 мА	40 мА	24 мА	17 мА	45 мА
Потребляемая мощность	150 мВт	200 мВт	360 мВт	153 мВт	225 мВт
Частота дискретизации	50 Гц	50 Гц	8 Гц	30 Гц	50 Гц
Интерфейсы связи	RS232/485	RS232/TTL	UART/SPI	TTL/UART	RS232/485
Габаритные размеры, мм	55x37x24	33x31x13,5	25,4x36,8x11	33x31x13,8	55x27x34
Масса	115 г	100 г	7,5 г	15 г	130 г
Виброустойчивость	3000 g	2000 g	–	–	2500 g
Корпус	+	+	–	+	+
Степень защиты	IP67	IP67	–	–	IP67
Диапазон температур	от -40 до +85 °С				

Таким образом, было подробно рассмотрено 5 аналогов разрабатываемого устройства. Задачей дальнейшего исследования является разработка и изготовление электронного компаса без вышеперечисленных недостатков аналогов.

Список литературы

1. Лазерные компоненты | Электронные компасы. [Электронный ресурс]. URL: <https://lasercomponents.ru/catalog/navigatsionnye-sistemy/elektronnye-kompasy/> (дата обращения: 17.05.2022).
2. PNI Sensor | Magnetometer, Digital Compass and Sensor Fusion. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pnicorp.com/> (дата обращения: 17.05.2022).
3. RION-TECH | EXPERT OF INERTIAL ATTITUDE MEASUREMENT [Электронный ресурс]. URL: http://en.rion-tech.net/products_list/pmcId=26.html (дата обращения: 17.05.2022).

МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА МАРКЕТИНГОВЫХ ДАННЫХ В ПЛАТФОРМЕННОЙ МОДЕЛИ БИЗНЕСА

На текущем этапе развития цифровой экономики наибольшими конкурентными преимуществами обладают организации, реализующие платформенную модель бизнеса, в основе которой лежат цифровые платформы. В настоящее время данную модель бизнеса применяют такие организации, как Apple Inc., Microsoft Corporation, Alphabet Inc., Amazon, Meta Platforms Inc., являющиеся крупнейшими с позиции рыночной капитализации [1]. Успех этих компаний во многом определяется использованием инновационных методов конкурентной борьбы, основанных, в первую очередь, на создании и внедрении ИКТ-технологий.

В общем, платформенная модель бизнеса заключается в использовании цифровых платформ, принадлежащих как самой организации, обладающей набором собственных онлайн-серверов, так и сторонней организации, предоставляющей эти платформы для ведения онлайн-бизнеса, а также ориентирована на выстраивание сети сотрудничества. В то же время традиционная модель представляет собой организацию, выстраивающую внутренние и внешние связи на основе линейных цепочек: от закупки сырья к осуществлению сбыта [2].

Для успешного построения платформенной модели бизнеса сначала необходимо определить факторы, влияющие на конкурентный потенциал организации. Так, важными факторами являются:

- конкуренция внутри цифровой платформы;
- конкуренция в среде офлайн-партнеров;
- различия в методах конкурентной борьбы между традиционной и платформенной моделями бизнеса;
- социальные последствия платформизации экономики в целом;
- конкуренция между платформенными организациями в рамках рыночного сегмента.

Далее необходимо определить особенности подхода к маркетингу и использованию различных технологий, в том числе методов интеллектуального анализа данных, в платформенной модели бизнеса:

- в традиционной модели бизнеса функция маркетинга преимущественно отдалена от производства, а привлекательность продукции формируется в основном посредством рекламы (используемая организацией платформа изначально должна быть привлекательной, известной широкому кругу лиц, чтобы притягивать покупателей, клиентов к продукции естественным образом);
- особенности маркетинга формируют сетевой эффект (имеется возможность проследить тенденцию роста ценности продукта при увеличении количества покупателей);

- платформенная организация, владеющая цифровой платформой, которая позволяет нескольким различным группам пользователей взаимодействовать друг с другом, создает многосторонний сетевой эффект;

- платформенные организации имеют возможности для создания новых рынков, а также расширения существующих;

- в платформенной экономике происходит ускорение бизнес-процессов в организации, связанных, в первую очередь, с использованием цифровых платформ, при этом уменьшается необходимое время реакции для совершения успешных действий в конкурентной борьбе.

Вышеуказанные особенности определяют стремительный рост объема данных и информационных потоков в платформенной модели бизнеса. Для структурирования, ранжирования и анализа маркетинговой проблемы, а также разработки эффективных действий по ее разрешению могут быть использованы методы интеллектуального анализа данных [3]. Например, с их помощью можно определить, какие услуги или товары релевантны для целевого потребителя в момент времени, когда он непосредственно совершает покупки на цифровой платформе.

В настоящее время можно выделить ряд маркетинговых каналов, в частности digital маркетинга, использующих методы интеллектуального анализа данных:

- веб-сайты и веб-приложения (например, алгоритмы Яндекса, используемых в его приложениях и поисковой системе);

- контент-маркетинг в социальных сетях и мобильных приложениях;

- интерактивные экраны, терминалы самообслуживания и POS-терминалы.

При исследовании указанных каналов маркетинга в платформенной модели бизнеса определяются основные направления использования методов интеллектуального анализа данных.

Во-первых, использование методов интеллектуального анализа данных с целью формирования интеллектуальной персонализации и улучшения оптимизации конверсии веб-сайта. Данное направление связано с интеллектуальным анализом опыта работы пользователей с веб-сайтом (местоположение, демографические данные, устройство, взаимодействие с веб-сайтом и других) и персонализацией уведомлений, в частности push-уведомлений. Указанное позволяет маркетологам, владельцам цифровых платформ и веб-сайтов лучше понимать, какие области контента нацелены на клиентов, что позволяет создавать более качественный и целенаправленный контент, дающий лучшие результаты.



Рисунок 1 – Использование методов интеллектуального анализа данных для прогнозирования оттока и умного вовлечения клиентов на цифровую платформу организации, реализующую платформенную модель бизнеса

Во-вторых, использование методов интеллектуального анализа внешних данных (новостных сводок, популярных блогов и других) для создания актуального контента веб-сайтов и цифровых платформ. В рамках данного направления методы искусственного интеллекта (например, искусственные нейронные сети) анализируют интересы, вопросы, проблемы целевой аудитории организации, реализующей платформенную модель бизнеса. На основе результатов можно создавать контент на каждом этапе воронки продаж на цифровой платформе, генерировать содержимое рассылки по электронной почте, в социальных сетях, определять содержимое персонализированных отчетов и сообщений пользователям на основе тенденций, определяющихся во внешней среде.

В-третьих, использование методов интеллектуального анализа данных для

прогнозирования оттока и умного вовлечения клиентов, пользователей на цифровую платформу организации, реализующей платформенную модель бизнеса (рисунок 1). Так, с помощью методов искусственного интеллекта собираются необходимые данные, строится прогнозная модель, впоследствии проверяемая на реальных пользователях, клиентах. Указанная модель показывает, на какой стадии оттока находится клиент или пользователь цифровой платформы.

В-четвертых, использование методов интеллектуального анализа данных для распознавания изображений с целью формирования потенциально интересных предложений пользователю. В рамках указанного направления система распознает людей на изображениях (например, фотографиях профиля), далее происходит идентификация объектов, в частности, аксессуаров. С учетом полученных результатов и оценки внешности алгоритм подбирает наиболее подходящие предложения для данного пользователя или клиента, формирует индивидуальные предложения скидок и приветственные сообщения на цифровой платформе.

Таким образом, маркетинговый прогноз, построенный с использованием методов интеллектуального анализа данных, становится основой для формирования эффективной стратегии организации, реализующей платформенную модель бизнеса.

Литература

1. Бодягин О.В., Баланова М.М. Особенности интернационализации платформенных компаний в контексте классических теорий международного бизнеса // Финансовые исследования. 2019. С. 134-142.
2. Бауэр В.П., Еремин В.В., Рыжкова М.В. Цифровизация финансовой деятельности платформенных компаний: конкурентный потенциал и социальные последствия // Финансы: теория и практика. 2021. № 25(2). С. 114-127.
3. Еремин В.В., Бауэр В.П., Райков А.Н. Управление конкурентоспособностью в системе цифровых платформ // Проблемы управления. 2020. №4. С. 27-40.

ЭЛЕКТРОННАЯ НАГРУЗКА

При производстве электронных устройств одним из заключительных этапов является проверка характеристик устройства согласно техническому заданию. В промышленных масштабах, зачастую, для проверки работоспособности, а также проверки электрических характеристик устройства используются автоматизированные рабочие места (АРМ). АРМ представляет собой систему, состоящую из ПК и различного оборудования, например, источников питания, осциллографов, анализаторов спектра и др. Таким прибором может быть и электронная нагрузка.

Электронная нагрузка прибор для проверки нагрузочной способности разрабатываемых устройств. Она имитирует подключение других энергопотребителей к проверяемому устройству. Разрабатываемая электронная нагрузка состоит из следующих блоков: блок питания устройства; блок регулируемой нагрузки; микроконтроллер (МК) (рисунок 1).

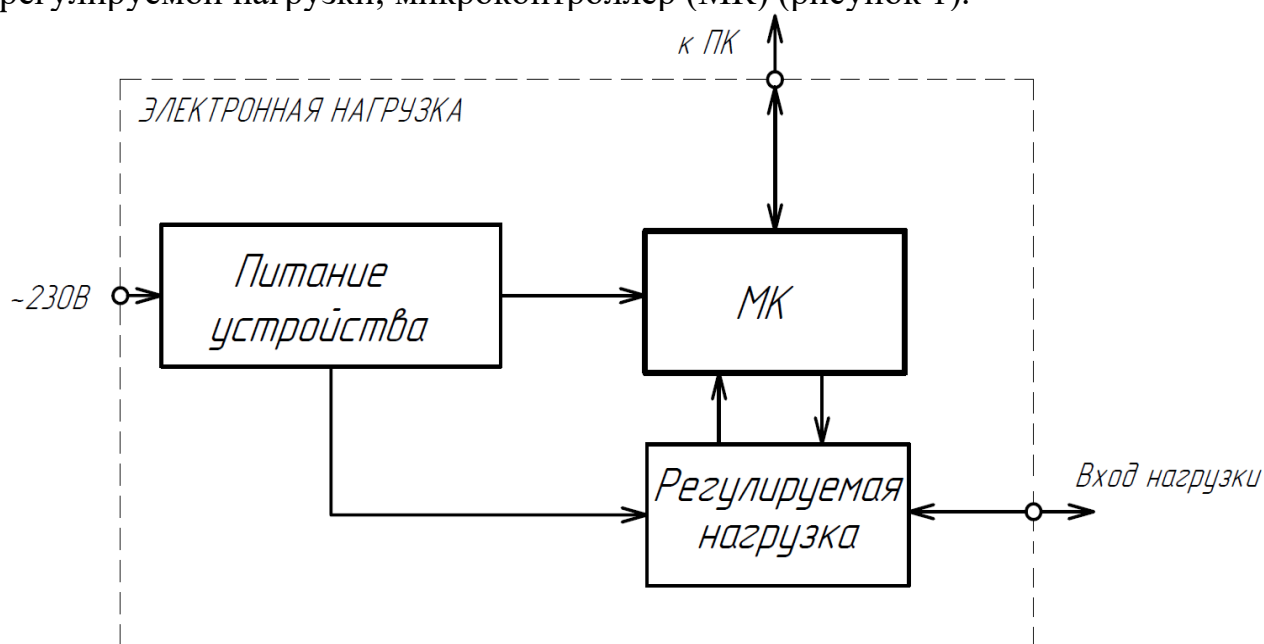


Рисунок 6 – Состав электронной нагрузки

В состав блока питания устройства входят: преобразователь переменного напряжения $\sim 230В$ в постоянное напряжение $12В$; стабилизатор напряжения на $5В$.

В качестве блока нагрузки используются источники тока на полевых транзисторах с изолированным затвором (рисунок 2).

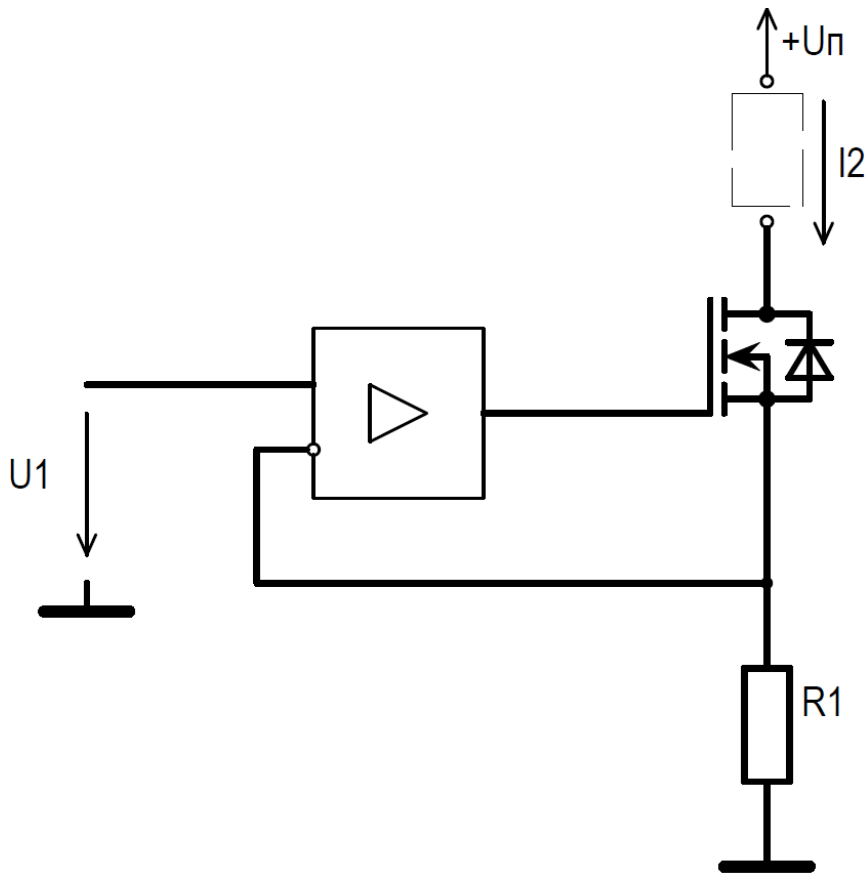


Рисунок 7 – Источник тока на полевом транзисторе

При таком типе подключения транзистор работает в линейном режиме. На неинвертирующий вход усилителя приходит опорное напряжение. Выходное напряжение операционного усилителя открывает транзистор так, что напряжение на резисторе $R1$ равно $U1$, тем самым стабилизируя протекающий через транзистор ток $I2$. Изменяя напряжение $U1$ изменяется ток $I2$ [1]. Для увеличения мощности электронной нагрузки используется несколько каскадов источников тока, включенных параллельно. Вместо резистора $R1$ используется микросхема датчика тока на эффекте Холла.

На ПК задается необходимый уровень тока. Измерения уровня тока и уровня напряжения осуществляет МК (рисунок 3).

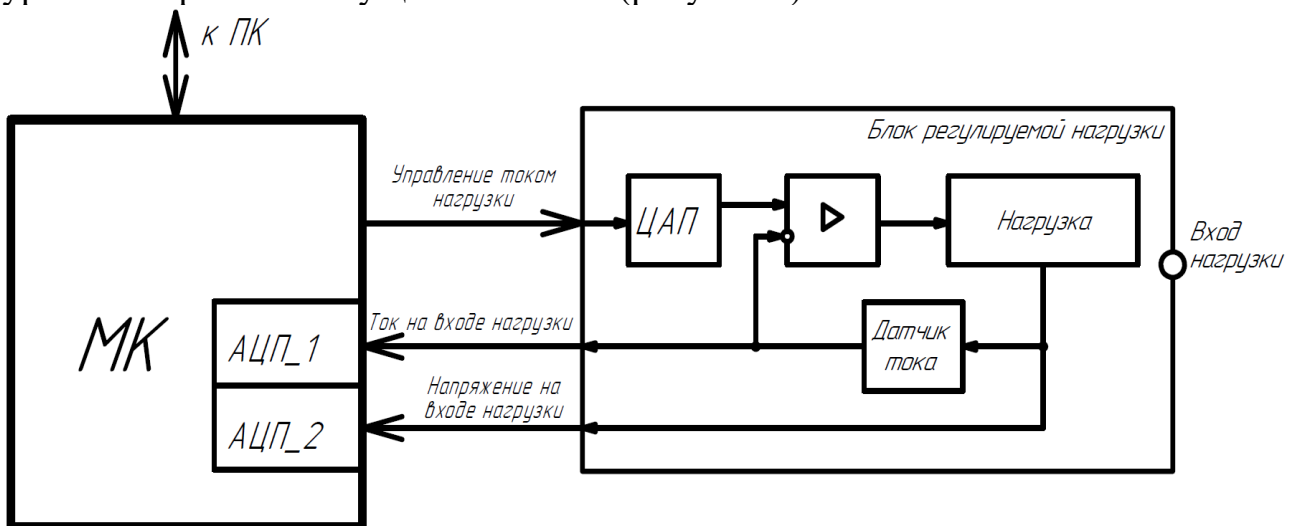


Рисунок 8 – Управление нагрузкой

При помощи приложения на ПК задается требуемый уровень тока для нагрузки. Данные пересчитываются под необходимый уровень опорного напряжения и отправляются в МК. МК принимает данные, обрабатывает и передает последовательный код по интерфейсу *SPI* цифро-аналоговому преобразователю (ЦАП) в блок регулируемой нагрузки. Полученные данные сохраняются в буфер ЦАП, напряжение с ЦАП подается на неинвертированный вход операционного усилителя. Блок нагрузки поддерживает заданный уровень тока за счет обратной связи. При помощи встроенных в МК аналого-цифровых преобразователей (АЦП) измеряются уровни входного напряжения и входного тока с датчика тока. Данные с МК отправляются обратно в ПК и выводятся в приложении.

Наличие ПК на рабочем месте и управление электронной нагрузкой с ПК позволяет не устанавливать на лицевую панель нагрузки органы управления и отображения информации. Благодаря этому снижается стоимость самой нагрузки. Также появляется возможность установить на лицевую панель сразу несколько разъемов для подключения либо нескольких проверяемых устройств, либо устройств имеющих много каналов, нагрузочную способность которых необходимо проверить.

Из недостатков стоит отметить, что использование транзисторов в линейном режиме снижает допустимый уровень мощности, рассеиваемый на транзисторах.

Литература

1. Мелешин В.И. Управление транзисторными преобразователями энергии. – М.: Техносфера, 2011. – 576 с.
2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
3. Васильев А.С., Лашманов О.Ю., Пантюшин А.В. Основы программирования микроконтроллеров. СПб: Университет ИТМО, 2016. – 95 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

1. *Борисов В.В., Синявский Ю.В. КОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ВЕТРО-ГЕНЕРАТОРА* 3
2. *Войтенко С.С. О ПОНЯТИЯХ СТАБИЛЬНОСТИ, УСТОЙЧИВОСТИ И РЕЗИЛЬЕНТНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ* 7
3. *Забоев М.В., Халин В.Г., Чернова Г.В., Юрков А.В. ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ РЕФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ* 16
4. *Лазарев А.И., Заенчковский А.Э. АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОТОКОЛОВ ИНКАПСУЛЯЦИИ ТРАФИКА В РАЗРЕЗЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ* 22
5. *Чернов В.Г. МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ* 26
6. *Шорицов, А.Ф. ОПТИМИЗАЦИЯ ГАРАНТИРОВАННОГО РЕЗУЛЬТАТА ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫПУСКОМ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ВЕКТОРНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ* 29

2. СТУДЕНЧЕСКИЙ ФОРУМ

1. *Булыгина О.В., Михайлов Е.А., Прокотцев Д.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕСОВМЕСТИМЫХ РЕМОНТОВ ЛЭП И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ* 35
2. *Булыгина О.В., Тимошенкова В.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО КЛАССИФИКАТОРА ДЛЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ПРЕДПРИЯТИИ* 39
3. *Воротилова М.Ю., Булыгина О.В. РАЗВИТИЕ МАРКЕТИНГА ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ* 42
4. *Дружинина В.А., Булыгина О.В. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ТРАДИЦИОННОГО И НЕЙРОМАРКЕТИНГОВОГО ИССЛЕДОВАНИЙ* 45
5. *Кулакова Я.А., Булыгина О.В. РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NO-CODE* 48
6. *Лысенков А.А., Пронин Д.А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ LCD ДИСПЛЕЯ И МАТРИЧНОЙ КЛАВИАТУРЫ НА ВЕБ САЙТЕ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ УДАЛЁННОГО УПРАВЛЕНИЯ УСТРОЙСТВОМ* 50
7. *Лысенков А.А., Пронин Д.А. РЕАЛИЗАЦИЯ КАНАЛА ОБМЕНА ДАННЫМИ ПО ИНТЕРФЕЙСУ UDP МЕЖДУ УСТРОЙСТВОМ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F407 И ПК* 55

8.	<i>Лысенков А.А. ПОЛУЧЕНИЕ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА И ПОСТРОЕНИЕ АМПЛИТУДА-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ</i>	58
9.	<i>Лысенков А.А. РАССМОТРЕНИЕ СПОСОБОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММЫ МАТЛАВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРНЕЙ УРАВНЕНИЙ С ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ</i>	62
10.	<i>Лысенков А.А. РАССМОТРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММЫ МАТЛАВ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ</i>	65
11.	<i>Носов Е.А., Казилина И.А. УПОТРЕБЛЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛИЗМОВ В РЕЧИ ПРОГРАММИСТА</i>	68
12.	<i>Пронин Д.А., Лысенков А.А. ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ДЖОЙСТИКА НА ПОТЕНЦИОМЕТРАХ С ДАЛЬНЕЙШИМ ВЫВОДОМ ГРАФИКИ В НТТРД-САЙТ</i>	72
13.	<i>Пронин Д.А., Лысенков А.А. ПРИНЦИП РАБОТЫ С USB ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА</i>	74
14.	<i>Пронин Д.А., Лысенков А.А. ПОДБОР КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ РЕВЕРСИВНОГО СВЕТОФОРА С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПРИ ПОМОЩИ ETHERNET</i>	76
15.	<i>Пронин Д.А. РАЗРАБОТКА ВЕБ-САЙТА ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА</i>	79
16.	<i>Пронин Д.А. ОПИСАНИЕ МЕТОДА РАБОТЫ С PS2 КЛАВИАТУРОЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА</i>	81
17.	<i>Пронин Д.А. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЕРИФЕРИЙНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА</i>	83
18.	<i>Строев Н.Н., Полищук Н.А. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМ ЭЛЕКТРОННОГО КОМПАСА</i>	85
19.	<i>Строев Н.Н., Полищук Н.А. СУЩЕСТВУЮЩИЕ АНАЛОГИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ЭЛЕКТРОННОГО КОМПАСА</i>	88
20.	<i>Харламов П.С., Булыгина О.В. МЕТОДЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА МАРКЕТИНГОВЫХ ДАННЫХ В ПЛАТФОРМЕННОЙ МОДЕЛИ БИЗНЕСА</i>	93
21.	<i>Юрченков А.Д., Смолин В.А. ЭЛЕКТРОННАЯ НАГРУЗКА</i>	97

Научное издание

ЕМЕЛЬЯНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ – 2022

Сб. трудов научного семинара

Подписано в печать 12.09.2022 г.

Формат 60x84¹/₁₆. Тираж 100 экз. Печ. л. 5,0 Усл. печ. л. 4,65.

Издательство «Универсум»

Отпечатано в издательском секторе филиала МЭИ в г. Смоленске
214013 г. Смоленск, Энергетический проезд, 1

ISBN 978-5-91412-490-5



9 785914 124905