

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО 2022:
НОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ»**

**VIII INTERNATIONAL CONFERENCE
"INNOVATIVE BUSINESS 2022:
NEW REALITY"**

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

**СЕКЦИЯ I. СОЦИАЛЬНОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО:
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОБЩЕСТВА И ГОСУДАРСТВА
ИННОВАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ**

**SECTION I. SOCIAL ENTREPRENEURSHIP:
SOLVING THE TASKS OF THE SOCIETY AND THE STATE
BY INNOVATIVE METHODS**

<i>Ежельый С.М.</i> Проблемы и механизмы обеспечения продовольственной безопасности Калининградской области.....	3
<i>Мартынюк В.С.</i> Проблемы и перспективы развития МСП в новых условиях санкционной войны западных стран в отношении России	7
<i>Мартынюк В.С.</i> Эффективное использование инструментов ОЭЗ и САР в социально-экономическом развитии Калининградской области.....	13
<i>Корольский А.С., Комков А.И.</i> Биомеханика восстановления движения рук больных, перенесших инсульт	19
<i>Яфасов А.Я., Корольский А.С., Комков А.И.</i> Социально-экономические и технологические вопросы реабилитации лиц, перенесших COVID, инсульт с проблемами моторики рук.....	25

**СЕКЦИЯ II. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ
И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**SECTION II. DIGITAL PLATFORMS OF ENERGY EFFICIENCY
OF ORGANIZATIONAL-TECHNICAL
AND SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS**

<i>Гнатюк В.И., Лепехо Д.В., Кивчун О.Р.</i> Интеллектуальное нормирование электропотребления в техноценозе.....	32
<i>Гнатюк В.И., Луценко Д.В., Кивчун О.Р., Жукова М.С.</i> Технология построения ранговой гиперпараметрической поверхности	40
<i>Гужов С.В., Тороп Д.В., Геллер Б.Л.</i> Применение статистического подхода при оптимизации АСУ системы теплоснабжения учебно-лабораторного корпуса.....	45

<i>Луценко Д.В., Геллер Б.Л.</i> Структурно-параметрическое прогнозирование процессов в социально-экономических системах на основе последовательности ранговых параметрических распределений	53
<i>Морозов Д.Г.</i> Структура и особенности базы данных для реализации процедуры режимного нормирования по электропотреблению	65
<i>Морозов Д.Г.</i> Программное обеспечение для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа	75
<i>Смирнов Л.П., Меркулов А.А.</i> Формирование номенклатуры технических изделий методами рангового анализа с использованием комплексного показателя.....	83
<i>Шейнин А.А., Геллер Б.Л.</i> Разработка индекса оптимальной физической активности	87

СЕКЦИЯ III. ИННОВАЦИИ В МОРСКОЙ ИНДУСТРИИ И МОРЕХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

SECTION III. INNOVATIONS IN THE MARINE INDUSTRY AND MARITIME ACTIVITIES

<i>Бабинцев А.Ю., Суконнов А.В.</i> К вопросу выбора критериев проектирования промысловых схем.....	93
<i>Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Юсын В.М.</i> Инновации в конструктивном обеспечении безопасности судов в штормовых условиях	98
<i>Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Юсын В.М.</i> К вопросу об оценке риска встречи морских судов с аномальными волнами	103
<i>Давлюд И.И.</i> Конструкция многоконтактного универсального разъема в условиях дефицита занимаемой площади	108
<i>Ковалишин П.Ю., Резниченко Ю.А.</i> Анализ путей сокращения выбросов парниковых газов на морском транспорте	115
<i>Пушкарев А.Е., Евтюков С.А., Абросимов Е.А., Максимова А.С.</i> Решение задачи формирования системы мониторинга рабочих параметров технологических машин	119
<i>Рыжов Г.А.</i> Алгоритм работы системы автоматического управления судовой канатной дорогой, обеспечивающий безопасную передачу грузов между судами в море.....	125

**СЕКЦИЯ I. СОЦИАЛЬНОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО:
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ОБЩЕСТВА И ГОСУДАРСТВА
ИННОВАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ**

**SECTION I. SOCIAL ENTREPRENEURSHIP:
SOLVING THE TASKS OF THE SOCIETY AND THE STATE
BY INNOVATIVE METHODS**

УДК 338.2

**ПРОБЛЕМЫ И МЕХАНИЗМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ежель Сергей Михайлович, старший преподаватель кафедры
экономической безопасности ИНОТЭКУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: sergey.ezheliy@klgtu.ru

Исследовано воздействие антироссийских санкций на региональные АПК и РХК с точки зрения защиты экономических интересов региона и предприятий. Показаны латентные проблемы, оценена эффективность систем экономической безопасности региона и предприятий. Прогнозируется снижение уровня экономической безопасности региональных комплексов и отдельных хозяйствующих субъектов, входящих в него. Даны некоторые рекомендации.

Политика обеспечения продовольственной безопасности Калининградской области является частью единой социально-экономической политики Российской Федерации. Особенности региональной экономики определяют комплекс задач безопасности всех ключевых сфер экономики, включая взаимосвязанный конгломерат продовольственной безопасности.

Единая федеральная политика базируется на системном подходе к синтезу решений и закономерно позволяет эффективно влиять на ресурсы государства и крупного бизнеса и нацелена на выполнение следующих задач:

- создание и поддержание резервов продовольствия;
- обеспечение функционирования основных и запасных каналов доставки продовольствия в регион;
- возможности маневра запасами для предотвращения угроз национальной безопасности;
- постоянное устойчивое производство продовольствия и переработка сырья.

Россия является страной с рыночной экономикой, в которой на долговременных условиях применяются как общие, так и точечные механизмы, гарантирующие экономическую и физическую доступность продовольствия [1, с.4]. Осознаваемое бизнесом снижение рисков стимулирует инвестиционную деятельность в реальный сектор.

Хотя рыночное саморегулирование и признано как один из регуляторов воздействия на экономические процессы и отношения, историческая практика нашей страны и других государств убеждает, что саморегулирование без вмешательства государства неизбежно приводит к монополизации и концентрации экономической власти в руках наиболее агрессивного экономического агента. С учетом этого фактора, основные механизмы политики продовольственной безопасности региона должны включать саморегулирование как второстепенный регулятор.

Исходя из положений Доктрины продовольственной безопасности, федеральный центр требует от калининградских властей во взаимодействии с федеральными органами исполнительной власти реализовывать единую государственную социально-экономическую политику в области обеспечения продовольственной безопасности [2, с.12], которые включают:

- принятие нормативных правовых актов по вопросам обеспечения продовольственной безопасности;
- формирование и поддержание необходимых запасов и резервов продовольствия;
- ведение мониторинга состояния продовольственной безопасности на территориях области;
- предоставление в государственные информационные ресурсы данных, связанных с продовольственной безопасностью;
- осуществление мероприятий по развитию торговой инфраструктуры в сфере реализации продовольственных товаров (магазинов шаговой доступности, прежде всего несетевых, розничных рынков, ярмарок, нестационарных и мобильных торговых объектов);
- обеспечение физической доступности продовольствия в населенных пунктах, удаленных от торговых объектов.

Региональная политика должна учитывать реальные условия экономической и социальной жизни региона, потребности в импорте средств производства АПК и РХК, продовольствия, сложившиеся традиции и базис производства продовольствия, включающий климатические, почвенные, водные условия, развитость логистических возможностей и энергетических коммуникаций, инфраструктуру для реализации продовольствия конкретному потребителю.

Политика, выстраиваемая на риск-ориентированном подходе, формирует систему экономической безопасности, которая позволяет на определенное время использовать резервы продовольствия и обеспечить физическую доступность продуктов в случаях:

- приостановки внешних поставок продовольствия;
- техногенных аварий;
- погодных и климатических катаклизмов.

Региональный АПК и РХК должен учитывать тесное переплетение бизнес-процессов с природными процессами воспроизводства, включая сезонность, длительный цикл воспроизводства, значительный период возврата инвестиций, достигающий в молочном животноводстве 4 лет. В продовольственном секторе средствами производства выступают земля, вода, животные, растения. В пищевой промышленности средства производства технологически зависимы от импортных поставок. В частности, дополнительной спецификой Калининградской области является превалирование западной импортной техники и оборудования в основных производственных фондах; зависимость от европейских поставщиков запасных частей; практически 60 процентная доля импорта в посевном и генетическом материале.

Формирование региональной политики включает изучение и мониторинг базы, создающей товары и услуги, необходимые для обеспечения продовольственной безопасности. На протяжении нескольких лет, общая функция выработки продовольствия в регионе может быть представлена в виде экономико-математической модели. При моделировании системы продовольственной безопасности общее количество продовольствия Q может быть представлено в виде внешней сложной функции, у которых имеется множество внутренних функций:

$$Q = f(t, \text{Пр}, \text{Хр}, \text{Ввоз}, \text{Вывоз}, \text{Fупр}) \quad (1)$$

где t – время;

- Пр – собственное производство,
- Хр - хранение,
- Ввоз – ввоз партий продовольствия,
- Вывоз – вывоз партий продовольствия,
- Fупр - функция управления.

В свою очередь, функцию Пр можно представить как сложную функцию от нескольких промежуточных аргументов

$$\text{Пр} = f(t, \text{Усл}, \text{Пер}, \text{Эн}, \text{Фин}, \text{Fупр}) \quad (2)$$

где t – время;

- Усл – материальная база производства;
- Пер – материальная база переработки;
- Эн – условия и качество поставки энергоресурсов;
- Фин – условия и качество поставки финансовых ресурсов.

Продолжая последовательное моделирование каждого из аргументов необходимо учесть, что каждый из них зависит от времени, а также от других промежуточных аргументов. Кроме того, имеются обратные связи между практически всеми аргументами и внешними функциями, например функцией Фин и Пр. В общем случае, для построения модели и ее тестирования целесообразно создание сложной архитектуры нейросетей.

В общем случае, механизм политики отражает способности и возможности воздействия на экономические процессы и отношения на данной территории субъекта Российской Федерации и представляет собой ограниченный набор рычагов. Федеральный механизм включает: рычаги, инструменты, формы и способы регулирования, стимулы и компоненты мотивации. Речь идет о налогах, тарифах, сборах, кредитном и депозитном проценте. Региональный механизм не может противоречить федеральному механизму, поэтому он имеет значительно суженную линейку рычагов, весомость которых в прямой зависимости от резервов регионального бюджета.

По мнению автора, в преамбулах стратегических документов по вопросам экономической и продовольственной безопасности не заложено предвидение ускоренного перехода от модели глобализации мировой экономики, интегрированной под эгидой США и стран Запада, к модели многополярного экономического мира. Происходящая трансформация экономических систем и отношений создает новые угрозы и вызовы и влечет необходимость ее комплексного понимания. Как следствие, коррекция перечня целей политики продовольственной безопасности неизбежна, поскольку экономика страны должна отвечать на вызовы и угрозы нарастающей гибридной войны со странами НАТО, Японией и некоторыми другими странами. Вносимые изменения в стратегический документ повлекут подстройку региональную политику продовольственной безопасности.

С нарастанием в 2022 году и в близкосрочной перспективе количества санкций против России, анклавное положение Калининградской области становится негативным фактором, опосредованно генерирующим экономический ущерб для экономики региона. В ходе опроса экспертов из числа руководителей предприятий АПК и РХК, изучения материалов Министерства сельского хозяйства России и Калининградской области, выявлены проблемы:

- снижение исполнительности и дисциплины персонала;
- снижение привлекательности труда в АПК и РХК;
- чрезмерная доля импорта в посевном материале;
- высокая доля импортной техники в общей базе;
- скорость доставки запчастей для импортной техники;
- снижение качества ремонта техники и оборудование;
- усложнение и удорожание логистики товарных партий между Калининградской областью и остальной Россией;
- ускоренное подорожание новой доступной техники, «ножницы» цен между новыми промышленными и продовольственными товарами, сокращение прибыли товаропроизводителей;
- удорожание кредита для приобретения новых основных средств и оборотных средств, рост леввериджа.

Рассмотрим некоторые примеры нарастания кризисных ситуаций в крупных сельхозпредприятиях региона.

На фоне санкционного давления на Россию, ведущие предприятия АПК испытывают негативное воздействие латентных факторов, которые ранее отбрасывались в расчетах как крайне маловероятные. В частности, «Залесский фермер», на долю которого приходится более 54 % калининградского объема производства молока [3], полностью технологически и технически зависит от германской корпорации «Сименс» и некоторых других западных компаний, которые объявили об уходе из России и прекращении сервиса поставленной ими техники. До октября текущего года калининградская компания имеет запас деталей и оборудования для подмены и ремонта. Получение необходимых материалов и оборудования для молочной переработки в рамках параллельного импорта в Россию [4] выглядит сомнительным, отказ контрагентов от поставок оборудования в Калининград оценивается на уровне 80%. Выросла вероятность временной приостановки переработки молока. С учетом изложенного, возникает задача организации поставок молочной продукции из других регионов России и Белоруссии, все издержки будут переложены в стоимость конечной продукции для покупателей. Отдельно должна рассматриваться задача поставок соответствующей продукции для государственных и муниципальных нужд, что вызовет незапланированные бюджетные затраты.

Все крупные растениеводческие хозяйства области используют в севообороте семенной фонд, закупаемый на биржах Западной Европы. Оплата и доставка семян в 2022 г. стала крайне затруднена ввиду запрета на межбанковские расчеты с традиционными российскими банками и ограничений на экспорт элитных семян. Одновременно резко ухудшилось положение с доставкой необходимых запчастей для ремонта импортной техники. Это повлекло перенастройку логистических цепочек, дополнительные расходы, которые расцениваются как экономический ущерб. Сельхозпредприятия видят выход из крайнего положения в виде прямых дотаций из бюджета для выравнивания баланса. Если эти действия не будут предприняты, часть предприятий в следующем году намерены сократить посевные площади и отказаться от ряда культур, в том числе пшеницы.

Из изложенного следует, что в текущем году нарастают риски снижения физической и экономической доступности продовольствия для жителей Калининградской области.

В этой связи, представляется целесообразным рекомендовать расширение целей политики и включить в них:

а) бесперебойное снабжение населения минимумом питательных веществ, необходимых для выживания и выполнения трудовых функций;

б) создание постоянно действующего в регионе резерва продовольствия;

в) нормирование снабжения при краткосрочном прерывании цепочек поставок продовольствия;

г) обеспечение постоянства функционирования средств производства в АПК и РХК;

д) обеспечение логистики и работы центров распределения продовольствия.

Реализация вышеописанных целей возможно только в комплексе мер и механизмов, интегрированных в общую систему национальной безопасности. Задачи продовольственной безопасности следует полностью сопрягать с задачами кадровой, финансовой, энергетической, транспортной, инвестиционной, технологической и другими составляющими.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента РФ Федеральному собранию, апрель 2021 года: [официальный сайт Президента РФ]. – Москва, 2022. – Обновляется в течение суток. - URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/65418>.

2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации: официальное издание: утверждена Указом Президента РФ от 21.01.2020 N 20. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021>.

3. Агропромышленный холдинг «Залесье»: [официальный сайт]. – Калининград, 2022. – Обновляется в течение суток. - URL: <https://zalesskoemoloko.ru/directions/milk-processing>

4. О товарах (группах товаров), в отношении которых не могут применяться отдельные положения Гражданского кодекса Российской Федерации о защите исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности, выраженные в таких товарах, и средства индивидуализации, которыми такие товары маркированы : Постановление Правительства РФ от 29 марта 2022 г. № 506: [официальный сайт Президента РФ]. – Москва, 2022. - URL: <http://government.ru/docs/44987/>

PROBLEMS AND MECHANISMS OF ENSURING FOOD SECURITY IN THE KALININGRAD REGION

Ezheliy Sergey Mikhailovich, senior lecturer

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: sergey.ezheliy@klgtu.ru

The paper examines the impact of anti-Russian sanctions on regional agricultural and agricultural enterprises from the point of view of protecting the economic interests of the region and enterprises. Latent problems are shown, the effectiveness of the economic security systems of the region and enterprises is evaluated. It is predicted that the level of economic security of regional complexes and individual economic entities included in it will decrease. Some recommendations are given.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МСП В НОВЫХ УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОЙ ВОЙНЫ ЗАПАДНЫХ СТРАН В ОТНОШЕНИИ РОССИИ

Мартынюк Вадим Сергеевич, начальник информационно-аналитического управления

Законодательное собрание Калининградской области,
Калининград, Россия, e-mail: martynuk@zaksob39.ru

Через бюджетную поддержку МСП, в том числе целевую по с/х направлению, решается государственная задача обеспечения продовольственной безопасности Калининградской области, развития импортозамещения и роста численности субъектов МСП. При этом возникает опасность формирования неконкурентной среды в отдельных подотраслях. Предлагается действующий в регионе Центр компетенции в сфере с/х кооперации и поддержки фермеров ориентировать на формирование пула сельхозпроизводителей, равномерно распределенных по муниципальным образованиям и на регулирование появления субъектов МСП в различных подотраслях АПК области в целях снижения потребительской цены сельхозпродукции.

Проблемам и перспективам развития малого и среднего предпринимательства (МСП) в новых условиях санкционной войны западных стран в отношении России в последние годы уделяется особое внимание. В работах [1-7] проведен анализ различных треков Национальной технологической инициативы и показана необходимость цифровизации экономики и управления, в фокусе развития которой должны быть выстроены приоритеты развития новых производственных технологий, опирающиеся на внутренние ресурсы, среди которых важнейшую роль играет человеческий ресурс. Такой подход требует развития МСП, совершенствования частно-государственного партнерства и вдумчивого отношения к системе государственной поддержки, исключая возникновение региональных «микромонополий», способных монополизировать местные рынки. Следует отметить, что Калининградская область в этом плане существенно отличается от других регионов Российской Федерации вследствие интенсивно продолжающихся миграционных процессов [1,2].

Субъектам МСП в Калининградской области, как, впрочем, и субъектам МСП в других регионах РФ, в настоящее время приходится вести свою экономическую деятельность, с одной стороны, в условиях влияния санкционного давления западных стран на Россию, а с другой – в отсутствии определенности федеральной политики в отношении выстраивания экономики страны. До сих пор от федеральной власти нет четкого ответа на стратегический вопрос: какую экономику строит Россия?

В этих условиях региональная власть, отвечающая за социально-экономическое развитие «подведомственной» территории, вынуждена заниматься решением тактических задач, используя основной доступный для нее ресурс – бюджетные финансы.

Пандемия коронавируса и агрессивные внешние условия подтолкнули часть субъектов МСП к сворачиванию своего бизнеса. По данным Калининградстата, на 1 января 2020 года в Калининграде насчитывалось 21 488 субъектов МСП и 18 758 ИП. На 1 января 2021 года число МСП составило 19 525, ИП – 17 905. То есть, общее сокращение составило 2816 субъектов МСП.

В ходе своего отчета 9 июля 2020 года перед депутатами Законодательного Собрания Калининградской области Уполномоченный по правам предпринимателей в регионе Светлана Нижегородова озвучила такие цифры: 13% частных компаний закрыты, 7% в стадии закрытия. Аналогичная картина наблюдалась и в целом по стране. «Российская газета» со ссылкой на аналитические данные российской компании СКБ «Контур» сообщила, что за первые 5 месяцев 2020 года в связи с пандемией численность частных компаний в России уменьшилась почти на 3% - до 7,22 млн единиц. При этом, активнее всего бизнес закрывался в Москве, Санкт-Петербурге, Калининградской, Псковской областях и Кабардино-Балкарии [7]. При этом ВРП Калининградской области показал рост с 518,5 млрд рублей в 2020 году до 575 млрд рублей в 2021 году, что косвенно может говорить о продаже бизнесов МСП.

Малый и средний бизнес обоснованно называют движущей силой экономики. Развитие МСП насыщает рынок товарами и услугами, увеличивает экспорт и использование местных сырьевых ресурсов. Региональная власть продолжает делать ставку на МСП, называя его «локомотивом калининградской экономики и главным источником новых рабочих мест». В своем отчете о работе Правительства Калининградской области в 2021 году, озвученном в апреле 2022 года в Законодательном Собрании Калининградской области [8], Губернатор отметил большую роль МСП в экономике региона, подчеркнув, что им формируется треть региональной экономики, при этом численность его составляет св. 220 тысяч человек.

Нивелировать последствия коронавирусной пандемии и агрессивной внешней политики западных стран позволяют инициированные Президентом России в 2019 году национальные проекты (НП) «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», «Производительность труда и поддержка занятости», «Международная кооперация и экспорт». Цель НП – поддержать бизнес на всех этапах его развития: от стартовой идеи до расширения и выхода на экспорт.

Постановлением Правительства Калининградской области № 613 от 23 августа 2013 года оператором НП в Калининградской области определен Центр «Мой бизнес» действующий на площадке Фонда «Центр поддержки предпринимательства Калининградской области», созданного 18 октября 2013 года [9]. Работа этих структур координируется Министерством экономического развития, промышленности и торговли Калининградской области, которое осуществляет государственную политику по поддержке и развитию регионального МСП.

В 2020 году центр «Мой бизнес» оказал финансовую поддержку почти тремстам участникам с общим объемом финансирования в 1,4 млрд рублей в виде микро- и льготных займов, поручительства и т.д. Сегодня Центр «Мой бизнес» реализует несколько десятков проектов, которые включают бесплатные консультации и семинары, предоставление поручительства, микрокредитование (льготные микрозаймы до 5 млн рублей), программы льготного финансирования «Старт» и «Развитие» для самозанятых, программу «Начни дело» для новичков в бизнесе (размер микрозайма был увеличен со 150 тыс. рублей до 1 млн рублей), специальную программу «Восток» для поддержки предпринимательства на территории 11 муниципальных образований Калининградской области (предприниматели могут получить на льготных условиях до 50 млн рублей), и ряд других проектов.

В частности, по программе «Восток», как отметил Губернатор области в ходе своего выступления на заседании Законодательного Собрания Калининградской области в апреле 2022 года с ежегодным отчетом о работе Правительства Калининградской области в 2021 году, победителем стал каждый второй участник конкурса, авторы 28 проектов получили в общей сумме финансирование в объеме 730 млн рублей. Важным итогом частно-государственного партнерства станет создание св. 380 новых рабочих мест [8]. В целом следует отметить, что за последние три года помощь центра «Мой бизнес» была предоставлена 22 000 калининградских предпринимателей.

В 2022 году на реализацию представленной в областном бюджете государственной программы «Модернизация экономики», целью которой является обеспечение устойчивого роста экономики Калининградской области, предусмотрены бюджетные ассигнования в объеме 68,4 млрд рублей [10]. В рамках этой госпрограммы обеспечивается реализация нескольких подпрограмм. В частности, подпрограммы «Эффективная инвестиционная и промышленная политика» с объемом финансирования на 2022 год – 66,0 млрд рублей, нацеленной на поддержку юридических лиц, осуществляющих деятельность на территории Калининградской области, и резидентов Особой экономической зоны в Калининградской области и включающая несколько основных мероприятий. Одно из них – это «Финансовая поддержка субъектов деятельности в сфере промышленности» с объемом финансирования на 2022 год – 3,3 млрд рублей, идущих на предоставление займов, грантов, финансовой аренды (лизинга) и иных мер поддержки в сфере промышленности, возмещение затрат субъектам деятельности в сфере промышленности на создание инженерной инфраструктуры при реализации инвестиционных проектов.

Еще одна подпрограмма - «Малое и среднее предпринимательство» с объемом финансирования на 2022 год – 996,0 млн рублей направлена на создание на территории Калининградской области условий для развития субъектов малого и среднего предпринимательства и также содер-

жит несколько основных мероприятий, в том числе «Функционирование системы институтов поддержки малого и среднего предпринимательства» с объемом финансирования на 2022 год – 802,3 млн рублей. За счет этих средств осуществляется обеспечение деятельности фонда «Центр поддержки предпринимательства Калининградской области (микрокредитная компания)», в том числе по организации выставочно-ярмарочной деятельности, и реализуемых им мер поддержки в сфере сельхозкооперации и поддержки фермеров, молодежного инновационного творчества, развитие центра поддержки предпринимательства, предоставление льготных займов субъектам предпринимательской деятельности, осуществляющих деятельность в муниципальных образованиях, расположенных в центральной и восточной частях области, на реализацию стандарта по предоставлению льготного заемного финансирования с целью вовлечения объектов культурного наследия, исторических зданий и сооружений в экономический оборот области.

В рамках подпрограммного регионального проекта «Акселерация субъектов малого и среднего предпринимательства» с объемом финансирования на 2022 год – 154,3 млн рублей оказывается комплекс услуг, сервисов и мер поддержки субъектам малого и среднего предпринимательства в центрах «Мой бизнес», обеспечение доступа субъектов малого и среднего предпринимательства к экспортной поддержке, гарантийного фонда. Помимо бюджетных ресурсов на развитие МСП, которыми оперирует центр «Мой бизнес», в областном бюджете на 2022 год предусмотрено порядка 4,6 млрд рублей в государственной областной программе «Сельское хозяйство и рыболовство» на обеспечение развития отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов и комплексное развитие сельских территорий (табл. 1) [10].

Государственная областная программа включает 4 подпрограммы, в том числе подпрограмму «Развитие агропромышленного комплекса» (объем финансирования на 2022 год – 3,4 млрд рублей) и подпрограмму «Развитие рыбохозяйственного комплекса» (объем финансирования на 2022 год – 182 млн рублей).

Целью первой подпрограммы является создание условий для устойчивого развития агропромышленного комплекса Калининградской области. В рамках его реализации осуществляется поддержка сельскохозяйственного производства по отдельным подотраслям растениеводства и животноводства, стимулирование развития приоритетных подотраслей агропромышленного комплекса и развитие малых форм хозяйствования, развитие сельского туризма, а также возмещение части затрат сельхозтоваропроизводителям на строительство объектов агропромышленного комплекса (теплиц, оборудование и строительство овощехранилищ), приобретение сельхозтехники, производство и реализация зерновых культур, уплата процентов по инвестиционным кредитам (займам) в агропромышленном комплексе, а также сохранение рабочих мест.

В рамках данной подпрограммы реализуются два региональных проекта: «Акселерация субъектов малого и среднего предпринимательства» (объем финансирования на 2022 год – 57,8 млн рублей) и «Экспорт продукции агропромышленного комплекса» (объем финансирования на 2022 год – 15,8 млн рублей).

Средства первого проекта идут на грантовую поддержку по итогам конкурсных процедур крестьянских фермерских хозяйств по направлению «Агростартап», компенсацию сельскохозяйственным кооперативам понесенных затрат на закуп продукции у членов кооператива и на приобретение техники и оборудования для переработки сельскохозяйственной продукции. Средства второго – на стимулирование увеличения производства масличных культур.

Подпрограмма «Развитие рыбохозяйственного комплекса» нацелена на создание условий для устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса Калининградской области. В настоящий период ее приоритетное направление - зарыбления водных объектов региона (объем финансирования 80,0 млн рублей).

В рамках основного мероприятия подпрограммы «Строительство, реконструкция и модернизация объектов рыбоперерабатывающей инфраструктуры, объектов хранения рыбной продукции» (объем финансирования на 2022 год – 80,0 млн рублей) планируется возмещение части затрат на уплату процентов по привлекаемым кредитам и возмещение части понесенных затрат на модернизацию действующих предприятий области по заморозке и переработке рыбы, строительство рыбоперерабатывающего завода и предприятия по производству рыбного филе.

В рамках мероприятия «Строительство и модернизация судов рыбопромыслового флота» (объем финансирования на 2022 год - 20,0 млн рублей, и по 20 млн рублей в последующие два года),

планируется возмещение части понесенных затрат на модернизацию и перевооружение действующих судов и строительство трех маломерных судов в течение трех лет рыболовецкими колхозами Калининградской области.

Для реализации регионального проекта «Акселерация субъектов малого и среднего предпринимательства» создан Центр компетенции в сфере сельскохозяйственной кооперации и поддержки фермеров Калининградской области (ЦК), который с 2019 года осуществляет свою деятельность на базе фонда «Центр поддержки предпринимательства Калининградской области» [11]. ЦК осуществляет свою деятельность во взаимодействии с региональным Минсельхозом, АО «Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства».

Он оказывает консультационную, методологическую помощь физическим и юридическим лицам, фермерским хозяйствам, отдельным фермерам и гражданам, сельскохозяйственным потребительским кооперативам, иным субъектам малого и среднего предпринимательства в сфере сельского хозяйства. ЦК участвует в реализации государственной областной программы «Сельское хозяйство и рыболовство» и других программ развития АПК.

Через бюджетную поддержку МСП, в том числе целевую по сельскохозяйственному направлению, осуществляемую региональной властью, с одной стороны, решается государственная задача обеспечения продовольственной безопасности региона, развития импортозамещения и роста численности субъектов МСП. Но здесь следует отметить один существенный момент: может возникнуть опасность формирования неконкурентной среды в отдельных подотраслях.

По сути, могут возвращаться монополисты, которые получив бюджетную поддержку, занимают свой сегмент регионального рынка в отсутствие конкурентов и имеют возможность вести антиконкурентное формирование цен на товары, что неблагоприятно сказывается на конечном потребителе. Поэтому, в целях защиты Потребителя при выделении грантов и льготных кредитов субъектам МСП в расчет должна приниматься опасность монополизации разных сегментов рынка.

Статистика за 2019 - начало 2021 года показывает, что снижение цен на внутреннем рынке Калининградской области не происходит, см. таблицу [12,13], а поскольку покупательская способность населения снижается, то вопрос возможностей регулирования цен становится все более актуальным. Добавляет сложностей и транзит продукции. В Калининградскую область он становится дорогой, а продукция, поставляемая Калининградом в другие регионы России – неконкурентной. Чтобы реализовать ее, регион должен будет продавать продукцию ниже, чем внутри Калининградской области, но это обязательно будет замечено местным населением и чревато социальной напряженностью.

Быстро создать конкурентную среду возможно через открытие доступа на калининградский рынок дешевого импорта.

Но, во-первых, импорт дешев также за счет дотаций, которые получают зарубежные сельхозимпортеры в своих странах производства сельхозпродукции. И возникает вопрос, что мешает нам через дотации сделать нашу сельхозпродукцию сопоставимой по цене с импортом.

А, во-вторых, дешевый импорт, как показала практика прошлых лет, «убивает» местного производителя, который оказывается в неконкурентных условиях деятельности, что в свете выполнения государственной задачи продовольственной безопасности и развития импортозамещения сводит вариант открытия доступа импорта на нет.

Вариант регулирования цены сельхозпродукции для конечного потребителя через включение в соглашение между оператором бюджетных ресурсов и сельхозпроизводителем ценового барьера может быть обойден им через создание «родственной» компании, которой производитель будет продавать продукцию по установленной соглашением ограниченной цене, а тот будет продавать ее по цене, установившейся на региональном рынке.

Средние потребительские цены, на конец года, руб. за кг

№ п/п	Продовольственный товар	2019 год	2020 год	Январь 2021 к декабрю 2020, %
1	Говядина (кроме белокостного мяса)	еее	111	ууууу
2	Свинина (кроме белокостного мяса)	220	222	101,8
3	Куры охлажденные и мороженые	152	153	101,8
4	Рыба мороженая неразделанная	182	199	100,5
5	Яйца куриные, 10 шт	67	70	100,5
6	Молоко питьевое цельное, пастеризованное 2,5-3,2% жирности, л	58	58	99,7
7	Хлеб из ржаной муки и из смеси муки ржаной и пшеничной	74	75	100,7
8	Хлеб и булочные изделия из пшеничной муки высшего сорта	118	121	100,7
9	Картофель	15	22	120,5
10	Капуста	25	26	108,7
11	Лук	32	33	108,7
12	Огурцы свежие	130	155	108,7
13	Помидоры	131	167	108,7
14	Яблоки	76	90	101,7
15	Творог жирный	314	305	99,7
16	Сыры сычужные твердые и мягкие	495	540	101,7

Заключение

Калининградская область входит в лидеры по темпам развития АПК в Российской Федерации, в первую тройку лучших регионов страны по развитию МСП [8], а по человеческому потенциалу [1,2] и развитию сетевых структур [3,5], элементов цифровой экономики [4,6] сделала в последние годы качественный рывок. Все это позволяет сформировать фундамент устойчивого развития АПК. Реальным путем снижения потребительской цены сельхозпродукции должно стать формирование широкого пула сельхозпроизводителей, равномерно распределенных по муниципальным образованиям Калининградской области (с преимущественно сельскохозяйственным профилем) с помощью уже действующих инструментов их поддержки, предусмотренных в областном бюджете Калининградской области, с помощью инструментария – Центра компетенции в сфере с/х кооперации и поддержки фермеров.

Этот Центр должен выступать регулятором появления субъектов МСП в различных подотраслях АПК Калининградской области, ориентируя инструментарий финансовой поддержки на необходимые региону направления сельскохозяйственного производства. Для этого Центр компетенций должен на начало каждого года актуализировать имеющиеся в его распоряжении меры государственной поддержки сельскохозяйственных производителей Калининградской области, согласовывая их с направлениями аграрной политики, реализуемой Министерством сельского хозяйства региона.

Направляя субсидии в подотрасли растениеводства и животноводства, выделяя гранты на приобретение посадочного материала, производство и переработку определенного вида продукции на территориях различных муниципальных образований области Центр компетенций тем самым будет способствовать развитию конкурентной среды в АПК региона. Из получателей бюджетной поддержки должны быть исключены уже действующие крупные сельхозпроизводители, занимающие значительную долю на региональном рынке и иметь доступ новые крупные субъекты АПК, открывающие производства, конкурирующие с действующими.

Наличие нескольких крупных «игроков» на рынке одного продукта положительно сказывается на его конечной цене, поскольку в условиях насыщения рынка, например, молоком, цена остается стабильной. Изменение цены возможно через картельный сговор производителей, когда они снижают объемы производства, чтобы «подогреть» цены.

Еще одним важным направлением для снижения потребительской цены на сельхозпродукцию могут стать круглогодичные сельскохозяйственные ярмарки. Работающие в областном центре (на севере, юге, западе и востоке города), где сосредоточена половина населения области, они могут составить серьезную конкуренцию торговым сетям, где к конечной цене сельхозпродукции добавляется торговая наценка. Однако на заседании рабочей группы по сельскому хозяйству Общественного совета, действующего при Законодательном собрании, когда рассматривался вопрос организации сельскохозяйственных ярмарок, прозвучало, что Калининград не имеет в муниципальной собственности земельных участков, позволяющих организовать сельскохозяйственные ярмарки, мэрии города приходится арендовать подходящие территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов В.Н., Боровская Н.Н., Мартынюк В.С. Яфасов А.Я. Калининградская область на рубеже веков. В сборнике статей “Страны Балтии и Россия: Общества и государства”, Изд. Фонда Андрея Сахарова, Москва, 2002 г., стр.504-552.

2. Kostrikova N. A., Ogiy O. G., Yafasov A. Ya. Metamorphoses of the territorial community through the prism of the theory of generations. International conference Germany and Russia: Ecosystems without borders IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 689 (2021) 012007. IOP Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/689/1/012007.

3. Кострикова Н.А., Майтаков Ф.Г., Яфасов А.Я. Современные тренды цифровизации экономики и перспективы их использования в морской индустрии на примере рыбохозяйственного комплекса России. Морские интеллектуальные технологии. № 4 (46) Т.4 2019. С. 126-139.

4. А.Я. Яфасов, Н.А. Кострикова. Проблемы трансформации социально-экономических систем в постCOVID-19-й экономике. Известия КГТУ, №58, 2020. Стр.193-207.

5. Яфасов А.Я., Меркулов А.А., Липская А.С. Проблемы и пути модернизации янтарной отрасли России // Морские интеллектуальные технологии. 2017. Т. 38. № 4. С.167-176.

6. А.Я. Яфасов, А. А. Меркулов, Ф. Г. Майтаков. Роль цифровой трансформации в диверсификации рыбной отрасли на примере организации персонализированного питания в регионе. Известия КГТУ, № 61, 2021 г., стр.121-132. ВАК, Agris. DOI 10.46845/1997-3071-2021-61-121-132.

7. «Российская газета». (Электронный ресурс) <https://rg.ru/2020/10/03/v-rossii-sokratilos-kolichestvo-kompanij.html> (дата обращения: 5.09.2022).

8. Ежегодный отчет Губернатора А.А. Алиханова о работе Правительства Калининградской области. Апрель 2022 года. (Электронный ресурс) <https://gov39.ru/poslanie/otchet2022/> (дата обращения: 5.09.2022).

9. Постановление Правительства Калининградской области № 613 от 23 августа 2013 года «О создании фонда «Фонд микрофинансирования Калининградской области» Электронный ресурс // Система «Консультант Плюс» (дата обращения: 5.09.2022).

10. Закон Калининградской области № 27 от 6 декабря 2021 года «Об областном бюджете на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов» с учетом изменений, внесенных Законом Калининградской области от 30.06.2022 № 102 «О внесении изменений в Закон Калининградской области «Об областном бюджете на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов» (Электронный ресурс) // Система «Консультант Плюс» (дата обращения: 5.09.2022).

11. Постановлением Правительства Калининградской области от 01.05.2019 г. № 325 (ред. от 25.03.2021) «Об определении центра компетенций в сфере сельскохозяйственной кооперации и поддержки фермеров Калининградской области» (Электронный ресурс) // Система «Консультант Плюс» (дата обращения: 5.09.2022).

12. «Калининградская область в цифрах». Росстат. Статистический сборник за 2021 год. Том 2, стр. 178-179.

13. «Социально-экономическое положение Калининградской области в январе 2022 года. Росстат. Оперативная информация. Стр. 35-36.

PROBLEMS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SMES IN THE NEW CONDITIONS SANCTIONS WAR OF WESTERN COUNTRIES AGAINST RUSSIA

Martynuk Vadim Sergeevich, Head of Information and Analytical Department

Legislative Assembly of the Kaliningrad Region, Kaliningrad, Russia,
e-mail: martynuk@zaksob39.ru

Budgetary support for SMEs including targeted support for agriculture helps the government solve national challenges in ensuring food security in the Kaliningrad region, developing import substitution and increasing the number of SMEs. In this case there is a risk of non-competitive environment formation in certain subsectors. It is suggested that the regional Competence Centre for agricultural cooperation and farmers support is oriented towards formation of a pool of agricultural producers evenly distributed across municipalities and towards regulation of the emergence of SMEs in various subsectors of the regional agro-industrial complex in order to reduce the consumer price of agricultural products.

УДК 332.145

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ОЭЗ И САР В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мартынюк Вадим Сергеевич, начальник информационно-аналитического управления

Законодательное собрание Калининградской области,
Калининград, Россия, e-mail: martynuk@zaksob39.ru

Эффективное использование инструментов ОЭЗ и САР Правительством Калининградской области совместно с Законодательным собранием региона и поддержка руководства страны обеспечивает устойчивое развитие Калининградской области в условиях тотальных санкций западных стран в отношении России. Разработаны и сформулированы предложения по дальнейшему повышению привлекательности САР, включая возможность регистрации в САР судов под «удобным флагом», что может дать дополнительный импульс для развития Калининградской области как одного из важнейших приморских регионов, обеспечивающих выход России в Атлантический океан.

Калининградская область, представляющая собой полуанклав Российской Федерации на Северо-Западе Европы, является одной из самых сложных и интересных областей страны, население, социальная среда, технологическая база и экономика в целом которой претерпела ряд значительных изменений с момента своей организации в контексте глобализированной экономики, технологических укладов и направлений развития [1-6].

3 августа 2018 года Президент России подписал пакет федеральных законов, регулирующих создание и обеспечение функционирования на территории Российской Федерации специальных административных районов (САР) и деятельность участников САР. Федеральным законом № 291-ФЗ «О специальных административных районах на территориях Калининградской области и Приморского края» организованы два САР: на территориях острова Русский (Приморский край) и острова Октябрьский (Калининградская область).

Были внесены соответствующие поправки в Гражданский и Налоговый Кодексы РФ, Кодекс торгового мореплавания РФ и ряд Федеральных законов. В данном законодательном пакете прописаны условия получения международными компаниями резидентства в САР, льготы и преференции в сфере налогообложения, валютного контроля и администрирования, конфиденциальность данных, а также возможность регистрации различных видов морских гражданских судов в Российском открытом реестре судов, созданном для участников САР.

В марте 2022 года российский законодатель пошел еще дальше по пути расширения льготных условий деятельности резидентов САР, внося еще ряд изменений в часть первую и вторую Налогового кодекса РФ и отдельные законодательные акты РФ.

Перед этим в электронных СМИ со ссылкой на Минфин России и Восточный экономический форум (ВЭФ) прошла информация о том, что данное ведомство подготовило поправки в федеральное законодательство, в соответствии с которыми резиденты САР могли бы получить дополнительные льготы в обмен на 2% отчисления от суммы ежемесячного заработка своих сотрудников в фонд поддержки детей с редкими орфанными заболеваниями «Круг добра», однако дальнейшего развития эта тема в принятых поправках не нашла отражения [7,8].

В итоге по дальнейшему совершенствованию режима САР в 2022 году было принято следующее. В частности, законом разрешено иностранным и российским юридическим лицам регистрировать на территории САР международные общественно-полезные фонды, а гражданам, в том числе иностранным, - личные фонды. Кроме того, упрощена перерегистрация иностранных компаний в САР, уменьшен срок создания компании с 1 января 2018 года до 1 марта 2022 года, учитывавшийся при регистрации компании в САР (если между созданием компании и регистрацией в САР прошло не менее 3 лет), снято условие о ведении деятельности сразу в нескольких странах, вдвое увеличен срок (до 1 года), в течение которого резидент САР должен осуществить минимальные для статуса резидента САР инвестиции в объеме 50 млн рублей, на 10 лет – до 1 января 2039 года продлено право компаний использовать иностранное корпоративное право.

Изменения коснулись действия налоговых льгот и доступа к ним, условия территориального расположения офиса резидента САР (теперь офис можно иметь не только на территории САР, но и в самом Калининграде и Владивостоке). Одновременно поправками в НК РФ ужесточены требования к корпоративному управлению в международной холдинговой компании (МХК): работа единоличного или коллегиального исполнительного органа, общего собрания акционеров (участников) или совета директоров (наблюдательного совета) международной холдинговой компании осуществляется только на территории Российской Федерации. Также в обновленном НК РФ предусмотрены определенные льготы для сырьевых МХК, реализующих проекты за пределами России.

Поправками в НК смягчены правила использования МХК нулевой налоговой ставки на доходы от реализации акций, долей участия в других российских или иностранных компаниях. Изменения в НК РФ также упростили условия получения и прекращения статуса МХК, вследствие которых резиденты САР могут вводить в состав акционеров или участников новых лиц.

Создание САР и дальнейшая трансформация национального законодательства в связи с их деятельностью рассматривается в работе [9] как эволюция СЭЗ в формат САР с четырьмя временными интервалами: создание особой экономической зоны (80-90-е годы), формирование экономических зон в период с 1995 по 2005 годы, формирование законодательства об ОЭЗ с 2005 года и создание САР как ответа на «санкционный пакет коллективного запада» (четвертый этап) в рамках организации форм территориального развития экономики. Трудно согласиться с таким подходом, поскольку цели и задачи у ОЭЗ и САР изначально совершенно разные. ОЭЗ создавались с главной целью социально-экономического развития отдельного региона или отрасли через организацию сырьевой переработки, ограниченного использования получаемого товара внутри ОЭЗ и вывоза львиной доли этого товара за пределы региона.

Целями создания ОЭЗ названы развитие обрабатывающих, высокотехнологичных отраслей производства, новых технологий, портовой и транспортной инфраструктур, и др. виды деятельности, причем цели для ОЭЗ в Калининградской области и в Магаданской области несколько различаются. Если для Калининградской области ставится задача ускорения социально-экономического развития, то для Магаданской области они акцентированы на привлечение инвестиций, создание и развитие новых производств, развитие энергетической и транспортной инфраструктур. САР же

представляет собой офшор, суть которого изначально не скрывалась при создании специальных административных районов со всеми его «приметами»: мизерные налоги, простая отчетность, скрытые бенефициары. Схожесть ОЭЗ и САР проявляется только в нулевых или щадящих налогах. Поэтому точнее будет говорить о дополнении существующих режимов ОЭЗ, ТОСЭР и зон территориального развития еще одним режимом – САР.

В качестве другой оценки создания САР было высказано предположение о попытке скорректировать через специальные административные районы пробуксовывающую идею территорий опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР) [10]. Однако, в настоящее время примеры такой корректировки, которую в свете принятого закона 291-ФЗ следует применять, прежде всего, к ТОСЭР Приморского края, не просматриваются.

В целеполагании создания САР все же следует ориентироваться на цели подписанного ФЗ «О специальных административных районах на территориях Калининградской области и Приморского края» от 03.08.2018 г., которыми определены ускорение социально-экономического развития двух регионов и формирование инвестиционно привлекательной среды для российских и иностранных инвесторов. Если в направлении формирования инвестиционной привлекательности российский законодатель предпринимает последовательные шаги в части расширения и модернизации льгот и преференций в сфере налогообложения, валютного контроля и администрирования на территории САР, то дело с ускорением социально-экономического развития регионов, на территории которых организованы САР, обстоит пока еще не столь динамично. В Калининградской области управляющей компанией САР является АО «Корпорация развития Калининградской области».

На сайте Корпорации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» есть отдельный раздел, посвященный САР, где размещена актуальная информация, в том числе нормативно-правовая база, регулирующая деятельность САР, условия получения статуса участника САР и статуса МХК, по инвестициям и льготам.

По информации Правительства Калининградской области, за первое полугодие 2022 года в бюджеты от участников САР перечислено 4,3 млрд рублей - на 1 млрд больше, чем за весь 2021 год, 2,6 млрд из них направлены в бюджет Калининградской области.

Компании, переместившиеся (по документам) на остров Октябрьский, инвестировали с 2019 по 2022 годы в экономику России 55,9 млрд рублей, из них в 2020 году – 50 млрд, а с начала 2022 года – более 2 млрд рублей. На 06.09.2022 года в САР зарегистрировано 99 международных компаний, в том числе один международный фонд. Создано 130 рабочих мест.

На сегодня в структуре доходов областного бюджета отдельно не отражены налоговые поступления от резидентов САР, как и информация в пояснительной записке к проекту областного бюджета на очередной год и двухлетнюю перспективу с пояснениями по расходам полученных доходов, ежегодно публикуемых Законодательным Собранием Калининградской области в официальном публикаторе нормативных документов – газете «Комсомольская правда – Калининград».

В свете заявленной цели создания САР как ускорения социально-экономического развития региона и популяризации деятельности этого нового института на территории Калининградской области было бы целесообразно фиксировать эту сумму в доходах областного бюджета и вывести в публичное пространство определение направлений, на которые эта сумма расходуеться.

Вторая возможность развития региона связана с условием получения статуса международной компании (МК): минимальный объем инвестиций должен быть не менее 50 млн рублей в течение года с даты регистрации МК. Причем законодатель определил две равноправные возможные формы таких инвестиций: капитальные вложения, определяемые в соответствии с ФЗ от 25 февраля 1999 года № 39-ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» и вложения в уставный капитал, фонд или вклады в имущество хозяйственных обществ, являющихся российскими юридическими лицами РФ.

Международная компания обязана в течение 30 рабочих дней по истечении одного года с даты ее государственной регистрации направить в Корпорацию развития Калининградской области документы, подтверждающие осуществление инвестиций в установленном объеме, форме и сроки. Однако в настоящее время высказывается ряд сомнений о реальности эффекта для региональной экономики от инвестиций резидентов САР, поскольку резиденты по действующему на сегодня законодательству вправе инвестировать денежные средства в уставный капитал своей компании или дочерних организаций, и при отсутствии запрета на снятие или перевод ранее внесенных денежных средств из капитала компании [11].

В таких законодательных условиях у резидентов САР, которые по сути выступают как центры прибыли, а не инвестиций, нет обязанности инвестировать в инфраструктурные, производственные, социально значимые для региона своего нахождения проекты. Тем не менее, приведенные выше цифры деятельности резидентов САР в Калининградской области позволяют говорить о положительном эффекте для бюджета региона и в целом для российской экономики, особенно если принимать во внимание условия и первоочередную цель, которую преследовали создатели САР: нивелировать риски определенного круга лиц, попавших под санкционное давление и зарегистрированных в иностранных юрисдикциях.

В сегодняшних условиях, когда давление санкций со стороны западных стран будет еще более усиливаться, можно предположить, что редомициляция (смена юрисдикции) будет продолжаться и число иностранных компаний в САР Калининградской области постепенно будет расти. Поскольку внешние условия привели к созданию САР на территории Калининградской области, регион в дополнение к существующему на его территории режиму Особой экономической зоны получил еще один институт, потенциально способный содействовать социально-экономическому развитию этой территории.

Для этого необходимо убрать из законодательного поля норму, обуславливающую вариантность инвестирования, оставив только капитальные вложения одновременно сузив территорию инвестирования с Российской Федерации до территории региона нахождения САР. Территория самого САР, в частности на острове Октябрьский, мало пригодна для широких капитальных вложений, поскольку его площадь невелика. В комплексном проекте по развитию территории острова Октябрьский, предложенном международным консорциумом, в который вошли компании из России и Великобритании, речь идет о площади всего в 385 га (3,85 кв. км).

В главе 1 «Общие положения» Федерального закона № 291-ФЗ от 03.08.2018 установлено, что к отношениям, касающимся функционирования САР на территории острова Русский, применяются положения 473-ФЗ «О территориях опережающего социально-экономического развития в Российской Федерации» и 212-ФЗ «О свободном порте Владивосток». Причем федеральным законодателем в отношении САР на острове Русский установлен приоритет законов 474-ФЗ и 212-ФЗ, поскольку в 291-ФЗ подчеркнуто, что положения Федерального закона о САР применяются к данным отношениям в части, не противоречащей этим федеральным законам. Применение положений действующего в настоящее время Федерального закона об Особой экономической зоне в Калининградской области к САР в Калининграде законом 291-ФЗ не установлено.

Помимо синергии режимов ОЭЗ и САР (что требует отдельного изучения) [12] целесообразно предусмотреть дальнейшую трансформацию САР в сторону более глубокой его оффшоризации, повышения привлекательности для иностранных компаний (без участия российских бенефициаров) и российских компаний. Условия существующих в настоящее время офшоров в не ощущающих западного давления Китае и Гонконге, а также на территориях других популярных офшорах продолжают оставаться более привлекательными, чем нынешние условия САР в Калининградской области [13].

Заключение

Повысить привлекательность САР могли бы следующие шаги, в том числе реализованные через внесение изменений в федеральное законодательство, регулирующее функционирование САР:

- открытие «окна возможностей» для регистрации в САР новых, ранее не осуществлявших свою деятельность российских и иностранных компаний;

- предоставление возможности получения статуса резидента САР компаниям финансового сектора, подконтрольных Центробанку РФ, профессиональным участникам рынка ценных бумаг, лизинговым и факторинговым компаниям, а также компаниям, использующим криптовалюту и иные цифровые активы - САР мог бы стать публичной площадкой деятельности компаний финансового сектора;

- перевод в САР действующего в Калининградской области Центра поддержки предпринимательства Калининградской области;

- формирование шкалы объема минимальных инвестиций в интервале 100 000 – 50 млн рублей для новых резидентов САР в зависимости от масштаба компании.

- возможность применения в САР нескольких вариантов функциональной валюты (в настоящее время в САР России функциональная валюта только рубль, перспектива – юань);
 - освобождение курсовых разниц от налогообложения по налогу на прибыль организаций;
 - предложение нулевой ставки налога на прибыль для дивидендов иностранным лицам;
 - введение дополнительной налоговой льготы в качестве компенсации иностранной компании, намеренной релоцироваться в САР России, уплаты «налога на выход» при изменении налогового резидентства;
 - облегчить вход и выход компаний в САР: не через нормативный документ Правительства РФ, а через региональный – Корпорации развития Калининградской области;
 - расширить список юрисдикций за пределы списка юрисдикций Комитета экспертов Совета Европы по оценке мер борьбы с отмыванием денег (MONEYVAL) и Группы разработки финансовых мер борьбы с отмыванием денег (FATF);
 - увеличить количество стран, с которыми Россия имеет соглашения об избежании двойного налогообложения;
 - предусмотреть прозрачность инвестирования резидентов САР в рамках консолидированного областного бюджета Калининградской области;
 - сформировать список предпочтительных Калининградской области инвестиционных проектов для резидентов САР, разместив этот перечень на сайте Корпорации развития Калининградской области;
 - организовать через управляющую компанию САР позитивное информационное сопровождение его резидентов, инвестирующих в значимые для региона социально-экономические проекты, и популяризацию редомициляции международных компаний в САР.
- И наконец, следует более внимательно посмотреть на возможность регистрации в САР судов под «удобным флагом». Для Калининградской области, являющейся приморским регионом, это направление может быть перспективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов В.Н., Боровская Н.Н., Мартынюк В.С. Яфасов А.Я. Калининградская область на рубеже веков. В сборнике статей “Страны Балтии и Россия: Общества и государства”, Изд. Фонда Андрея Сахарова, Москва, 2002 г., стр.504-552.
2. Kostrikova N. A., Ogiy O. G., Yafasov A. Ya. Metamorphoses of the territorial community through the prism of the theory of generations. International conference Germany and Russia: Ecosystems without borders IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 689 (2021) 012007. IOP Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/689/1/012007.
3. Zhdanov V., Kuznetsova O., Mau V., Plyukhin V., Prikhodko S., Wojciechowski M. J., Hecht A. Problems Related to Development of the Kaliningrad Region as an Exclave Territory of the Russian Federation. Moscow, 2002, 250 p. URL: <https://www.iep.ru/files/text/cepra/kaliningrad-eng.pdf> (дата обращения: 02.10.2022).
4. Смородинская Н.В. Глобализированная экономика: от иерархий к сетевому укладу. Москва: Ин-т экономики РАН, 2015. – 342 с. ISBN 978-5-9940-0536-1
5. Яфасов А.Я., Костриков Н.А. Проблемы трансформации социально-экономических систем в постCOVID-19-й экономике. Известия КГТУ, №58, 2020. Стр.193-207.
6. Яфасов А. Я., Костенко Л. В. Инновационно-инвестиционная политика развития экономики Калининградской области в новых условиях // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 175–194.
7. Куркина Н.И. Усовершенствована законодательная база в сфере медицинской помощи (Электронный ресурс) // «Редкий журнал», № 11, 2021 год, <http://spiporz.ru/raremagazine/2021/12/27/usovershenstvovana-zakonodatelnaya-baza-v-sfere-meditsinskoj-pomoshhi-statya-kurkinoy-n-i/> (дата обращения: 12.09.2022).
8. София Прохорчук. Финансирование фонда «круг добра» могут увеличить за счет будущих резидентов российских офшоров (Электронный ресурс) // Мединдустрия, 2 сентября 2021, 20:53 <https://vademec.ru/news/2021/09/02/finansirovanie-fonda-krug-dobra-mogut-uvelichit-za-schet-budushchikh-rezidentov-rossiyskikh-ofshorov/> (дата обращения: 12.09.2022).

9. Самойлова В.В. Специальные административные районы Российской Федерации как финансово-правовой инструмент реализации мер поддержки предпринимательства. (Электронный ресурс) Cyberleninka.ru <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsialnye-administrativnye-rayony-rossiyskoj-federatsii-kak-finansovo-pravovoy-instrument-realizatsii-mer-podderzhki/viewer> (дата обращения: 12.09.2022).

10. Товгазова А.А. Специальные административные районы: новый институт развития или антисанкционный инструмент? (Электронный ресурс) Cyberleninka.ru <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsialnye-administrativnye-rayony-novyy-institut-razvitiya-ili-antisanktsionnyy-instrument> (дата обращения: 12.09.2022).

11. Матыков А.А., Кривелевич М.Е. Способы повышения эффективности особого экономического режима – специальные административные районы. (Электронный ресурс) Cyberleninka.ru <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-povysheniya-effektivnosti-osobogo-ekonomicheskogo-rezhima-spetsialnye-administrativnye-rayony/viewer> (дата обращения: 12.09.2022).

12. Юдкин А. Что могут «специализированные административные районы». Август 16. 2018. 18.00 (Электронный ресурс) // Деловой журнал «Инвест-Форсайт» <https://www.if24.ru/chto-mogut-spetsialnye-administrativnye-rajony/> (дата обращения: 12.09.2022).

13. Синенко О.А. Сравнительный анализ факторов функционирования специальных административных районов в Азиатско-Тихоокеанском регионе (Электронный ресурс) Journal of Applied Economic Research, 2021, Vol. 20, No. 3, 524–559 (дата обращения: 12.09.2022) https://journalaer.ru/fileadmin/user_upload/site_15934/2021/07_Sinenko.pdf

EFFECTIVE USE OF SEZ AND SAR TOOLS IN THE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE KALININGRAD REGION

Martynuk Vadim Sergeevich, Head of Information and Analytical Department

Legislative Assembly of the Kaliningrad Region,
Kaliningrad, Russia, e-mail: martynuk@zaksob39.ru

The effective use of SEZ and SAR tools by the Government of the Kaliningrad Region together with the Legislative Assembly of the Kaliningrad region and the support of the national leadership ensures sustainable socio-economic development of the Kaliningrad Region in the most difficult conditions of total Western sanctions against Russia. Proposals have been developed and formulated to further increase the attractiveness of the SAR including the possibility of registering ships under a "flag of convenience" in the SAR which can give an additional impetus to the development of the Kaliningrad region as one of the most important coastal regions providing Russia's access to the Atlantic Ocean.

БИОМЕХАНИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ РУК БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ ИНСУЛЬТ

¹Корольский Алексей Сергеевич, специалист, кафедра физической культуры КГТУ, генеральный директор ООО «Интелкоуч»

²Комков Алексей Иванович, инженер-конструктор

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, ООО «Интелкоуч», e-mail: alexus.com74@mail.ru

²ООО МИП «Интелкоуч», Калининград, Россия, e-mail: ya.komkovalexey@yandex.ru

Целью работы является анализ существующих устройств восстановления движения рук больных, перенесших инсульт и/или Covid, с возникшими проблемами центральной нервной системы. Предлагается кастомизированный подход к созданию устройств аналогичного назначения. Кастомизация устройства, выполняемая с применением функционально-узлового подхода, позволяет обеспечить все возможные движения в биомеханике восстановления движения рук больных с учетом индивидуальных особенностей пациентов, ускоряя их реабилитацию.

1. Введение

Трудовой потенциал любой организации или предприятия в значительной степени зависит от профессиональной подготовки и состояния здоровья членов их трудового коллектива, в котором важную роль играет здоровьесбережение и реабилитация после перенесенной болезни или полученной травмы, приведшей к временной потере трудоспособности [1,3]. В ряду болезней человека, бытовых и производственных травм особое положение занимают болезни и травмы, связанные с повреждением центральной нервной системы (ЦНС), часто приводящие к нарушению биомеханики верхних конечностей [4-6]. Эффективная реабилитация таких пациентов является важной проблемой, в которой можно выделить гуманитарную, семейную, общественную, экономическую, психологическую и другие стороны проблематики, определяющие устойчивость социально-экономического развития общества. устойчивого функционирования экономики.

Одним из серьезных факторов повреждения центральной нервной системы считается инсульт [7,8]. Следует отметить, что в последние десятилетия в связи с изменениями климата, выражающемся в быстрых перепадах атмосферного давления, ухудшением экологии и снижением контроля за качеством продуктов питания, возросшими психологическими нагрузками на человека, растет число больных, перенесших инсульт.

Ситуация ухудшилась в связи с пандемией Covid-19 - с распространением вируса SARS-CoV-2, заболевание коронавирусом протекает с васкулитом, усиливает факторы, влияющие на тромбообразование, повышая риск развития инсульта. К этому следует добавить посттравматическую реабилитацию спортсменов и лиц, занятых на травмоопасных участках работы. К ним относятся сотрудники МЧС и др. силовых ведомств, строители-монтажники, водители автотранспорта и др., а с расширением проката электромопедов и велосипедов – лица, пользующиеся каршерингом.

Реабилитация больных после инсульта может длиться годами в зависимости от тяжести болезни. Поэтому возвращение к полноценному труду или труду с выполнением определенных наборов функций значительной части пациентов после прохождения постинсультной, пост-Covid-19-ой, посттравматической реабилитации является актуальной проблемой. В силу взаимосвязи частоты поражения инсультом с возрастом человека, как правило, эти пациенты, перенесшие инсульт, относятся к категории высокопрофессиональных работников, имеющих определенный трудовой стаж и профессиональные навыки, востребованные в производстве.

Целью данной работы является анализ существующих устройств восстановления биомеханики движения рук больных, перенесших Covid и/или инсульт с возникшими проблемами центральной нервной системы. Устройства типа Интелкоуч [9,10] расширяет функционал социальных работ-

ников, занятых обслуживанием и реабилитацией больных и инвалидов на дому, облегчает и существенно ускоряет процесс реабилитации, осуществляемый в медицинских учреждениях.

2. Устройства для стимулирования восстановления биомеханики рук

За последние несколько десятилетий были разработаны и опробованы различные методики нейрореабилитации, направленные на улучшение двигательного восстановления после инсульта. К ним относятся обучение повторяющимся задачам, биологическая обратная связь, двигательная терапия, вызванная ограничениями, робототехника, виртуальная реальность, визуализация движения, неинвазивная стимуляция мозга и фармакологические препараты. Однако, несмотря на сотни рандомизированных контролируемых исследований по реабилитации после инсульта, усилия по созданию доказательной базы сталкиваются с трудностями при наборе пациентов, что приводит к небольшим объемам выборки. Можно отметить гетерогенность нарушений после инсульта и неоднозначность их взаимодействия с факторами, влияющими на выздоровление, недостаточно эффективное сотрудничество между учеными, клиницистами, и группами пациентов, недостаточность финансирования.

На сегодня имеется ряд устройств, использование которых позволяет ускорить восстановление движения рук больных, перенесших инсульт, либо получивших травмы головы с поражением центральной нервной системы, случившемся при занятиях спортом, в быту или на производстве, при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Рассмотрим некоторые из них, начиная с кистевого сустава. Типичное решение для кистевого сустава приводится в описании патента Российской Федерации №2152771 под названием «Устройство для устранения контрактур кистевого сустава», опубликованном 20 июля 2000 года [11]. Оно представляет собой основание - штангу, на одной стороне которой размещены шарнирно соединенные ложементы для плеча и локтевого сустава, а на другом конце - ложемент и модуль для предплечья, причем они могут перемещаться в зависимости от габаритов и биомеханических характеристик пациента. Наличие нагружающего и тормозного механизмов, закрепленных на специальной стойке обеспечивает дозированную нагрузку на кистевой сустав.

Недостатками рассматриваемого технического решения являются:

- нацеленность на разработку движений в кистевом суставе, а не в основных суставах всей верхней конечности человека;
- невозможность выполнения последовательных и одновременных действий по прямолинейному и радиальному перемещению с вращением;
- невозможность выполнения свободных комбинаций выполняемых движений в анатомических пределах и геометрически правильных границах заданного русла, при проведении физической терапии как самостоятельно, так и с внешним усилием.

В другом российском патенте - Патент РФ №2307626, опубликованном 10 октября 2007 г. [12] предлагается функциональная шина для реабилитации больных с повреждением лучевого нерва. Она обеспечивает поддержку и стабилизацию кисти в определенных корректирующих положениях для ряда случаев, включая постинсультный синдром, «триггерные пальцы», синдром запястного канала, травмы периферических нервов, профилактика контрактур, операции. Функциональная шина [12] включает в себя фиксирующий ортопедический аппарат для иммобилизации суставов - тугор с подставкой для предплечья, кистевой хват и круговой механизм их соединяющий. Специальные приспособления позволяют отводить большие пальцы правой и левой кисти, обеспечивают разработку различных движений с дозированными нагрузками на мышцы в кистевом суставе, включая движения в мелких суставах кисти. Следует отметить, аналогичные устройства выпускаются многими компаниями за рубежом и используются, в основном, при лечении заболеваний запястья, кисти и пальцев, требующих поддержки и стабилизации перевязанной области в определенных корректирующих положениях и могут быть использованы в устройствах для контролируемого изменения биомеханики кистей рук.

Недостатками функциональной шины по патенту РФ №2307626 являются:

- функциональная шина предназначена для разработки полного объема движений только в кистевом суставе, а не в основных суставах всей верхней конечности;

— с помощью Функциональной шины невозможно выполнить последовательные и одновременные действия по прямолинейному, радиальному перемещению с вращением;

— функциональная шина не позволяет проводить различные свободные комбинации выполняемых движений в анатомических пределах и геометрически правильных границах заданного русла при проведении физической терапии как самостоятельно, так и посредством приложения внешних усилий.

Интересное решение представлено в патенте США №5957813, опубликованном 30 января 2001 г. [13]. Оно представляет собой ортез на супинацию и пронацию запястья, содержащий манжету, прикрепляемую к руке, включая платформу предплечья на предплечье, непосредственно прилегающем к локтю, соединитель для запястья, включая качающийся рычаг, имеющий конец для запястья и верхний конец, шарнирно соединенные с платформой предплечья около локтя и вокруг оси поворота, радиально продольной оси предплечья, и манжету для запястья, приспособленную для закрепления рядом с запястьем, включая шарнир для запястья, соединенный с концом поворотного рычага для запястья. Поворотный механизм прикладывает силу между манжетой и соединителем для запястья для поворота поворотного рычага и, таким образом, поворота запястья. Длина поворотного рычага регулируется по выбору. Конец запястья может вращаться вокруг продольной оси поворотного рычага.

В качестве недостатков ортеза по патенту США №5957813 можно отметить следующие. В-первых, предлагаемое устройство предназначено для супинации пронации запястья, а не для разработки (целенаправленной тренировки) основных суставов всей верхней конечности человека;

- С помощью этого ортеза невозможно выполнить последовательные и одновременные действия по прямолинейному, радиальному перемещению с вращением, кроме того, невозможна реализация свободных комбинаций выполняемых движений в анатомических пределах и геометрически правильных границах заданного русла, при проведении физической терапии как самостоятельно, так и посредством приложения внешних усилий в виде сопротивления или помощи. Таким образом, резюмируя, недостатком ортеза, кроме присущих для работ [11,12] является невозможность целенаправленной разработки основных суставов всей верхней конечности человека.

И, наконец, следует отметить два устройства для разработки контрактур верхней конечности, первое, защищенное авторским свидетельством СССР №1158195 и опубликованное 30 мая 1985 года [14] и второе, защищенное авторским свидетельством СССР №1634278, опубликованное 15 марта 1991 г. [15]. Эти устройства обеспечивают возможность выполнения ротационных движений предплечья, причем, во втором устройстве следует отметить блок кисти, осуществляющий безтравматичную фиксацию конечности.

При всей оригинальности отдельных инженерных решений эти устройства [14,15] обладают теми же недостатками, что и технические решения по работам [11-13]. Резюмируя, общими недостатками устройств [11-15] являются:

- узкая область применения - все проанализированные устройства не обеспечивают выполнение последовательных и одновременных действий по прямолинейному, радиальному перемещению и вращению;

- невозможность реализации различных комбинации выполняемых движений в анатомических пределах и геометрически правильных границах, необходимых для успешной реабилитации пациентов по алгоритмам, предложенным лечащим врачом при проведении физической терапии как самостоятельно, так и посредством приложения внешних усилий в виде дозированного сопротивления или помощи.

Творческой группой МИП ООО «Интелкоуч» в соответствии с проектом № 73968 "Разработка, испытания и тестирование опытного образца устройства для реабилитации пациентов с нарушениями центральной нервной системы, вызывающими грубые двигательные нарушения суставов рук человека", выполняемым по гранту Фонда содействия инновациям, разработано такое устройство под одноименным названием «Интелкоуч».

Проведенный анализ характеристик ближайших аналогов продукта, разработанного в рамках проекта № 73968 позволил учесть и преодолеть все недостатки существующих устройств [11-15] и предложить новое техническое решение [9,10] в котором все эти недостатки учтены и преодолены. Оно заключается в концептуальном кастомизированном подходе к созданию устройств - шин с

учетом индивидуальных особенностей каждого пациента. Кастомизированные устройства способны ускорить возвращение пациентам утраченных функций верхних конечностей, возникших вследствие патологических изменений из-за Covid, инсульта, либо производственных или спортивных травм. Кастомизация проводится с применением функционально - узлового подхода. В качестве основных узлов устройства, представляющей собой динамическую шину - тренажер для растяжения пораженных мышц, рассматривается один или комбинация нескольких узлов: блоков плеча и предплечья, подвижной платформы, блока кисти, рисунки 1-4.

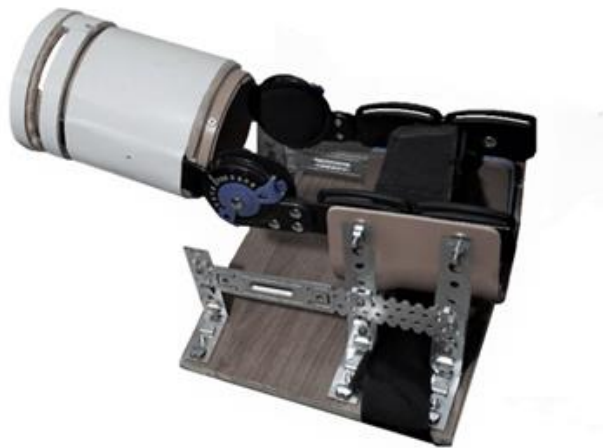


Рис.1. Блок плеча (А) и блок предплечья (Б) в соединении



Рис.2. Блок Предплечья (Б) и Блок лучезапястного сустава (В) в соединении, вид снизу и сзади.



Рис.3. Блок предплечья (Б), блок лучезапястного сустава (В) с блоком кисти



Рис.4. Узел контроля позиционирования и движения большого пальца кисти

Такой подход позволяет обеспечить практически все возможные движения в биомеханике восстановления движения рук больных, перенесших инсульт, оптимизация которых с учетом особенностей каждого пациента, ускоряет их реабилитацию.

Предплечье пациента располагается в ложементе предплечья. Закреплённая в блоке конечность может быть зафиксирована в любой точки физиологически допустимого поворота при внутренней и наружной ротации от 0 до 90 градусов. Все вышеперечисленные положения относительно других мышечных групп, так же могут быть установлены оператором и это не мешает выполнению упражнений, связанных с разработкой поворота кисти.

Подвижная платформа как часть блока контроль лучезапястного сустава, которая отвечает за контроль сгибания и разгибания кисти в лучезапястном суставе, плавная регулировка при помощи резьбы допускает возможность контролировать это движение в любых анатомических промежутках движения этого сустава. Так как подвижная платформа может перемещаться не только вперед -

назад, но и совершать радиальные отклонения, конструкция устройства предусматривает дискретную фиксацию ее в этом направлении.

3. Заключение

На основе анализа существующей базы данных по устройствам и технологиям реабилитации пациентов после инсульта и созданных авторами новых устройств и методик рассмотрены перспективы персонализированного применения различного вида ортезов для реабилитации пост Covidных, постинсультных пациентов.

При лечении патологии первейшей задачей является растяжение, детонизация всех укороченных мышц и получение максимально свободного объема движения в суставах конечности. Но сложность этой задачи заключается в том, что суставов много и положение каждого сустава определяют множество укороченных и зажатых мышц. Попытка разблокировки подвижности в одном суставе вызывает патологические реакции сокращения во всех остальных, что сводит к минимуму полезный эффект от этой процедуры.

Предприятия многих стран выпускают в настоящее время широкую номенклатуру различного вида медицинского оборудования, предназначенного для изменения структурных и функциональных характеристик нервно-мышечной системы верхних конечностей, которые могут быть использованы в той или иной степени для изменения биомеханики рук пациентов с нарушениями центральной нервной системы, как-то для, разгрузки, фиксации, активизации или коррекции движений и функций конечности. Однако, каждое из этих устройств решает или может быть использовано для решения отдельной достаточно узкой задачи реабилитации больного. Кастомизированный подход, заложенный в конструкции устройства [9,10], позволяет локализовано проводить растяжение и работу в выбранных суставах по отдельности, при этом сохраняя контроль общего заданного корректного положения во всей конечности с учетом физиологических особенностей каждого конкретного пациента. Так как заинтересованные мышцы не могут вовлечься в процесс патологического совместного сокращения будучи ограниченными устройством, они встречая сопротивление ортеза, совместно растягиваются, облегчая реабилитацию больных с поражением ЦНС, способствуя тем самым, ускорению восстановления утраченных функций верхних конечностей пациентов, возникших вследствие патологических изменений из-за Covid, инсульта, либо производственных или спортивных травм.

Практическая реализация предлагаемого авторами технического решения открывает дорогу для обеспечения технологической независимости Российской Федерации в области создания устройств для реабилитации пациентов с нарушениями ЦНС, вызывающими грубые двигательные нарушения суставов рук человека.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям, проект № 73968 «Устройство для реабилитации пациентов с нарушениями центральной нервной системы, вызывающими грубые двигательные нарушения суставов рук человека».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яфасов А. Я., Бугакова Н.Ю. Вопросы подготовки профессиональных кадров для Маринет в условиях бифуркации мировой экономики (Часть 1 Постановка задачи). Известия БГАРФ, 2022. №2(60), с.31-40. Doi:10.46845/2071-5331-2022-2-60-31-39. <https://bgarf.ru/obuchenie/institut-ingenernoj-pedagogiki-i-gumanitarnoj-podgotovki/#izvestija>.
2. О.Г.Огий, В.Ю.Осипов, А.Б.Тристанов, Н.А.Жукова. Задачи и показатели эффективности интеллектуальной нейросетевой поддержки решений по управлению трудовым потенциалом рыбохозяйственного комплекса. Морские интеллектуальные технологии/Marine intellectual technologies № 4 том 4, 2021 / № 4 part 4, 2021 <https://doi.org/10.37220/MIT.2021.54.4.010>
3. Knecht S, Hesse S, Oster P: Rehabilitation after stroke. Dtsch Arztebl Int 2011; 108(36): 600–6. DOI: 10.3238/arztebl.2011.0600
4. Hatem SM, Saussez G, della Faille M, Prist V, Zhang X, Dispa D and Bleyenheuft Y (2016) Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate

Upper Extremity Recovery. *Front. Hum. Neurosci.* 10:442. doi: 10.3389/fnhum.2016.00442.

5. Timmermans, A. A., Lemmens, R. J., Monfrance, M., Geers, R. P., Bakx, W., Smeets, R. J., et al. (2014). Effects of task-Oriented robot training on arm function, activity, and quality of life in chronic stroke patients: a randomized controlled trial. *J. Neuroeng. Rehabil.* 11, 45. doi: 10.1186/1743-0003-11-45

6. Михайлова А.А., Корчажкина Н.Б., Конева Е.С., Котенко К.В. Методы физиотерапии в комплексе когнитивной реабилитации пациентов в позднем восстановительном периоде ишемического инсульта // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2021. Т. 20, No 5. С. 413–419. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr107469>

7. Zilan Wang, Yanbo Yang, Xiaolong Liang, Bixi Gao, Meirong Liu, Wen Li, Zhouqing Chen and Zhong Wang. COVID-19 Associated Ischemic Stroke and Hemorrhagic Stroke: Incidence, Potential Pathological Mechanism, and Management. *Frontiers in Neurology*. October 2020/ Volume11 / Article 571996. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.571996>.

8. Zhao J, Rudd, Liu A. R. Challenges and potential solutions of stroke care during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak. *Stroke*. (2020) 51:1356–7. doi: 10.1161/STROKEAHA.120.029701

9. А.С. Корольский. Патент на изобретение №2766788 Устройство для разработки движения и суставов верхней конечности. МПК А61Н 1/00 (2006.01); опубл.15.03.2022.

10. А.Я. Яфасов, А.С. Корольский, А.И. Комков. Социально - экономические и технологические вопросы реабилитации лиц, перенесших COVID, инсульт с проблемами моторики рук. В этом же сб.ст.

11. Патент РФ №2152771 Устройство для устранения контрактур кистевого сустава МПК А61Н 1/02; опубл. 20.07.2000

12. Патент РФ №2307626 Функциональная шина для реабилитации больных с повреждением лучевого нерва МПК А61F 5/00; опубл. 10.10.2007.

13. Патент США №5957813 Ортез на супинацию и пронацию запястья МПК А61F 5/058; А61Н 1/02; опубл. 30.01.2001.

14. Авторское свидетельство СССР №1158195 Устройство для разработки контрактур верхней конечности МПК А61Н 1/02; опубл. 30.05.1985.

15. Авторское свидетельство СССР №1634278 Устройство для разработки суставов верхней конечности МПК А61Н 1/02; А61F 5/04; опубл. 15.03.1991.

16. Н.А. Кострикова, А.Я. Яфасов. Формирование новой экосистемы рыбохозяйственного комплекса России в современных условиях. *Морские интеллектуальные технологии/Marine intellectual technologies* № 3 том 1, 2021 / № 3 part 1, 2021, стр. 247-254. <https://doi.org/10.37220/MIT.2021.53.3.029>.

BIOMECHANICS OF RECOVERY ARM MOVEMENTS OF PATIENTS AFTER A STROKE

¹Korolsky Alexey Sergeevich, Specialist, Department of Physical Education KSTU, General Director of Intelcoach LLC

²Komkov Aleksey Ivanovich, design engineer, Intelcouch LLC

¹Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: alexus.com74@mail.ru

²LLC MIP "Intelcouch", Kaliningrad, Russia, e-mail: ya.komkovalexey@yandex.ru

The aim of the work is to analyze existing devices for restoring the movement of the hands of patients who have had Covid and / or stroke with problems of the central nervous system. A customized approach to the creation of devices of a similar purpose is proposed. Customization of the device, performed using a functional-nodal approach, makes it possible to provide all possible movements in the biomechanics of restoring the movement of the hands of patients, taking into account the individual characteristics of patients, accelerating their rehabilitation.

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID, ИНСУЛЬТ С ПРОБЛЕМАМИ МОТОРИКИ РУК

¹Яфасов Абдурашид Яруллаевич, д-р техн. наук, начальник управления инновационной деятельностью ФГБОУ ВО «КГТУ»

²Корольский Алексей Сергеевич, специалист, кафедра физической культуры КГТУ, генеральный директор ООО «Интелкоуч»

³Комков Алексей Иванович, инженер-конструктор

^{1,2}ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: ¹yafasov@list.ru

^{2,3}ООО МИП «Интелкоуч», Калининград, Россия, e-mail: ²alexus.com74@mail.ru; ³ya.komkovalexey@yandex.ru

Целью работы является создание устройства для реабилитации лиц с проблемами центральной нервной системы, влияющими на моторику рук. Показана многофакторность проблемы, связанная с экономикой, медициной, социологией, предпринимательством, нейрофизиологией. Предложена новая технология и устройство для ее реализации, обеспечивающие высокую степень реабилитации постинсультных пациентов с нарушенной моторикой рук. Сделана оценка экономического и социального эффекта при ускоренной реабилитации рассмотренных групп пациентов в России. Объем российского рынка устройства достигает 1 млрд руб.

1. Введение

В условиях нестабильности и быстрого изменения внешнеполитической среды, меняются и принципы хозяйствования в экономике, меняется внутренняя социальная среда предприятия, организации, меняется внешняя среда – региона, страны, зарубежья. На первый план выходят человеческие ресурсы [1] и трудовой потенциал [2,12]. Они играют особую роль в областях деятельности человека, требующих больших физических и психологических нагрузок, вызванных спецификой трудовой деятельности. К таким отраслям экономики относятся рыбопромысловая деятельность, работа в открытом море. Следует отметить, что из трех основных видов ресурсов – природных, производственных и человеческих в условиях развития экономики всегда преобладают человеческие ресурсы [3], отличаясь только требованиями к интеллекту, физическому и психическому здоровью, знаниям, навыкам и умениям. Управление человеческими ресурсами, трудовым потенциалом предприятия непосредственно связано со здоровьесбережением. Обеспечение необходимой реабилитации лиц, переболевших той или иной болезнью или получивших производственную травму является важной социальной и экономической задачей общества, устойчивого функционирования экономики. Одним из серьезных заболеваний человека считается инсульт.

Целью данной работы является исследование социально-экономических аспектов проблемы реабилитации больных с поражением центральной нервной системы, а именно: восстановления движения рук лиц, перенесших COVID-19 и/или инсульт с возникшими проблемами центральной нервной системы. В качестве универсального инструмента, одного из средств физической терапии рассматривается использование разработанного в МИП ООО «Интелкоуч» одноименного устройства – тренажера, позволяющего ускорить процесс реабилитации пациентов с поражением центральной нервной системы, вызывающим грубые патологические изменения в моторике рук. Перспективным направлением исследований на следующем этапе является кастомизация устройства и технологических режимов его применения с учетом психофизиологических характеристик конкретного пациента.

2. Актуальность и состояние проблемы

По данным STATISTA.COM в «до COVID-19» 2019 году инсульт был второй ведущей причиной смерти (11,6% от общего числа) после ишемической болезни сердца (16,2%) и третьей ведущей причиной смерти и инвалидности в совокупности (5,7%) после наследственных нарушений (7,3%) и ишемической болезни сердца (7,2%). В связи со снижением возраста заболеваемых инсультом в последние десятилетия растет число инвалидов. Ситуация существенно ухудшилась с распространением вируса SARS-CoV-2 (пандемия COVID-19) с последующей его непрерывной мутацией [4]. В обзоре работ китайских ученых по исследованиям последствий пандемии COVID-19 для лечения неврологических состояний приводятся доказательства того, что инфекция SARS-CoV-2 может вызывать воспалительную реакцию и состояние гиперкоагуляции. Это приводит к острому ишемическому инсульту, возрастает риск геморрагического инсульта, а цитокиновый шторм, вызванный иммунным ответом против вирусной инфекции, увеличивает риск острого инсульта [4]. По данным первых исследований в Ухани неврологические проявления имели место у 36,4% из 214 пациентов с COVID-19, у 10 (4,6%) развился острый ишемический инсульт [5]. Инсульт, осложнения, вызванные воздействием COVID-19 на центральную нервную систему, могут приводить к изменению моторики верхних конечностей человека, потере трудоспособности, осложнению социализации, дополнительной моральной, физической и материальной нагрузкой на самого больного, его семью, трудовой коллектив, бюджет государства.

Мировая статистика коронавируса осуществляемая в ряде стран [6,7], показывает, что по состоянию на 1 сентября 2022 года в мире переболело 602 млн человек, из которых 19,5 млн человек приходится на Россию [7]. Реабилитация больных, как после инсульта, так и после COVID-19, может длиться годами в зависимости от тяжести болезни и психофизиологических характеристик конкретного человека. По массовости инсульт является второй в мире причиной смерти, в России ежегодно случается св. 500 тысяч инсультов, в Китае ежедневно примерно по 9000 [8]. Каждый 4-ый выживший пациент получает тяжёлые осложнения с нарушением подвижности, моторики верхних и нижних конечностей. COVID-19 усугубил ситуацию и существенно сказался на статистике больных с болезнями центральной нервной системы.

В последние десятилетия инсульт «молодеет» увеличивается количество инвалидов трудоспособного возраста. С другой стороны производственная, спортивная и бытовая травматология насчитывает около 60 тысяч пациентов с черепно-мозговой травмой в год, основная категория которых молодежь в возрасте 20 - 40 лет. Свыше половины из них, 57% получают подобные травмы с тяжелыми нарушениями опорно-двигательного аппарата. Реабилитация таких больных, возвращение к нормальной жизни, включая полноценный труд, является актуальной социальной и экономической проблемой любой страны. Статистически значимые группы лиц - спортсмены, лица, занятые на травмоопасных участках работы (сотрудники МЧС и др. силовых ведомств, строители-монтажники, водители автотранспорта и др.) дополнились в последнее время в связи с расширением проката электромопедов и велосипедов, лицами, пользующимися каршерингом.

3. Концепция устройства «Интелкоуч»

Сложность проблематики эффективной в социальном и экономическом планах реабилитации рассматриваемой группы больных связана с необходимостью анализа результатов многосторонних исследований. С одной стороны, выделенная группа больных достаточно разносторонняя, а, с другой стороны, каждую выделенную подгруппу (по возрасту, сфере деятельности, глубине патологии, вызванной инсультом либо травмой и др. характеристикам) необходимо рассматривать в различных сечениях: реабилитационной медицины, социологии, экономики, инновационного предпринимательства, точной механики и нейрофизиологии.

Авторами предлагается концепция универсальной кастомизированной технологии и устройства для ее реализации, реализация которой позволит обеспечить высокую степень реабилитации пост Covid-ных, постинсультных пациентов с грубыми патологическими изменениями в моторике рук.

Общий вид основных узлов устройства «Интелкоуч» представлен на рисунке 1.

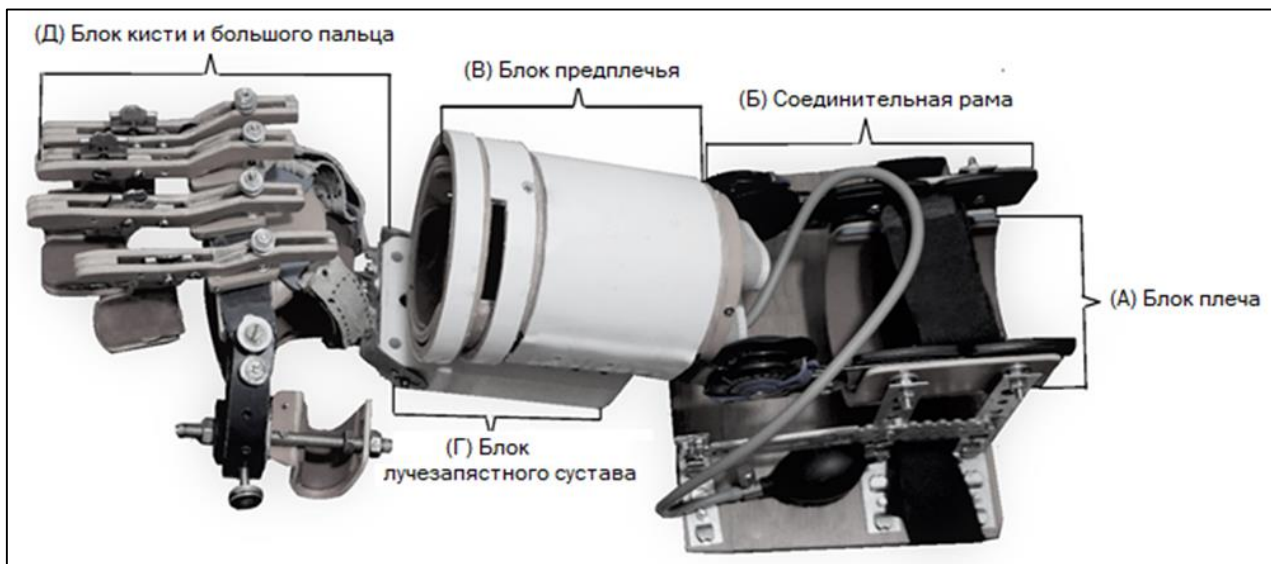


Рис. 1 Общий вид устройства «Интелкоуч»

По сути, устройство «Интелкоуч» в общем виде представляет из себя сложную динамическую шину - тренажер из 4-х основных узлов: блока плеча, соединенного с рамой с блоком предплечья, блока лучезапястного сустава и блока кисти. Кинематика устройства позволяет давать дозированные нагрузки на любую выбранную лечащим врачом или лаборантом часть верхней конечности человека по трем линейным и угловым направлениям координат: x , y , z и α , β , γ и их суперпозициям.

Такая возможность позволяет дозированно растягивать и разворачивать поражённые мышцы при последствиях инсульта и других ортопедических или неврологических патологиях, связанных с повышенным тонусом и укорочением мышц сгибателей верхней конечности. В данном случае под термином тонус (*tonus* от греческого выражения *tonos* - напряжение) в медицине и физиологии человека имеется в виду степень напряженности, активности отдельных мышц, тканей или организма в целом. В процессе эволюции менялись условия жизнедеятельности человека, менялись строение костей, мышц, кровеносной, лимфатической и нервной системы, соединительной ткани и кожного покрова. Как следствие, одни группы мышц функционально и структурно преобладают над другими, имеют более востребованы и имеют развитую структуру, другие менее развиты, так как по условиям жизнедеятельности были менее востребованы. Поэтому и сегодня в зависимости от конкретных условий жизнедеятельности конкретного человека, его занятия трудом, спортом, хобби, с учетом воздействия окружающей среды, формируется его уникальная мышечная система. Концепция устройства «Интелкоуч» должна не только учитывать, но и руководствоваться этим тезисом – уникальностью каждого человека, его мышечной системы.

При нормальном состоянии центральной нервной системы и отсутствии неврологических патологий конечностей мышечная система функционирует в нормальном обычном режиме, при котором действие любой мышцы может компенсироваться в любой момент времени действием другой мышцы - антагониста. В механических системах в качестве аналога можно привести два взаимосвязанных двигателя с приводами, обеспечивающими, например, непрерывное азимутальное слежение за Солнцем в целях оптимизации солнечной фотоэлектрической панели к углу падения солнечных лучей. В такой системе двигатели, действуя «в натяг» друг другу, выбирают в каждый момент времени люфт, который может возникнуть в случае использования одного двигателя, обеспечивая тем самым плавность слежения за Солнцем. Точно также в мышечной системе человека.

При сбое контроля процессов возбуждения и торможения со стороны центральной нервной системы человека, образуется раскоординация в управлении мышечной системой и тонус в определенных группах мышц непропорционально растет, возникает дисбаланс в работе мышц, неравновесие. Этот разрыв с течением болезни постепенно усиливается и носит направленный патологический характер. В состоянии ограниченной подвижности наиболее сильные мышцы приходят в укороченное состояние с повышенным тонусом, а мышцы - антагонисты, противодействующие им, наоборот слишком растягиваются и ослабевают.

По своей физиологии все группы мышц нацелены на совместную работу, поддержанию друг друга и замещению функций отдельных мышц при их ослаблении или полного отказа. То же самое проявляется и при патологическом состоянии. Неконтролируемый повышенный тонус вовлекает в свою цепь удаленно расположенные мышечные группы. В этом случае пораженная верхняя конечность стремится непроизвольно привести к телу согнуться во всех суставах, выкрутиться внутрь либо наружу.

При лечении такой патологии основной задачей на первом этапе является снятие напряженности всех укороченных мышц и обеспечение максимально свободной амплитуды движения в суставах конечности. Но сложность этой задачи заключается в том, что суставов много и положение каждого сустава определяют множество укороченных и зажатых мышц, рисунок 2-3 [9,10].

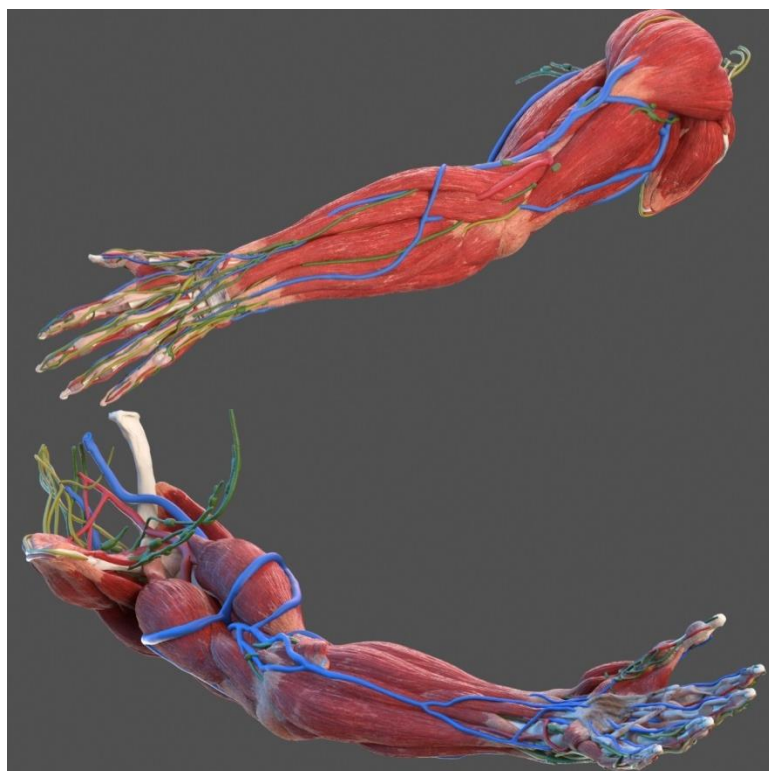


Рис.2. Мышечная система руки человека



Рис.3. Глубокий сгибатель пальцев

От кончиков пальцев до шейно-плечевого пояса мышцы связаны на различных уровнях, совместно вовлекаются в действие и противодействие при попытке растяжения какой-либо мышцы или разблокирования сустава. То есть, попытка разблокировки подвижности в одном суставе вызывает патологические реакции во всех остальных и сводит к минимуму ожидаемый и необходимый полезный эффект от этой процедуры.

Концепцией устройства «Интелкоуч» заложено локализованное растяжение мышцы (группы мышц) и работа в выбранных суставах, сохраняя при этом контроль общего заданного корректного положения во всей верхней конечности с учетом индивидуальных особенностей каждого пациента. Другие мышцы (группы мышц) при этом не вовлекаются в процесс патологического совместного сокращения вследствие ограничения их действия устройством. Встречая сопротивление ортеза они растягиваются, существенно увеличивая общий эффект расслабления мышцы («детонизацию»), облегчая, тем самым, работу врача, лаборанта. В концепции устройства «Интелкоуч» заложена возможность последовательного изменения (увеличения или уменьшения) растяжения определенных мышц, проведения свободных движений после растяжения, соблюдая координацию движения мышц всей руки (части руки).

В течение IV квартала 2022 года планируется апробация рабочего макета устройства «Интелкоуч» на добровольцах, здоровых людях, с целью примерки и доработки деталей на предмет уточнения эргономики устройства, отладки деталей устройства в процессе проверки на добровольцах, проверки на безопасность лабораторно-диагностическими способами. В первом квартале 2023 года планируется примерка и испытание доработанного устройства на больных - добровольцах с паретичными конечностями, доработка устройства в случае возникающего дискомфорта у пациентов.

4. Предварительная оценка экономических показателей устройства «Интелкоуч»

Концепция устройства «Интелкоуч» предусматривает наличие разъемных частей и возможность сборки непосредственно на пациенте, обеспечивая комфортные условия применения, если учесть возможные сложности и дискомфорт, которые могут возникнуть при скованности руки.

Устройство «Интелкоуч» обеспечивает:

- контролируемое перемещение плеча, предплечья и кисти;
- фиксацию плеча, предплечья и кисти в заданных положениях;
- предотвращение травмирования суставов руки;
- раздельное групповое или совместное движение в суставах руки.

Поэтому планируемое к производству устройство «Интелкоуч» расширяет функционал социальных работников, занятых обслуживанием и реабилитацией больных и инвалидов на дому, облегчает и существенно ускоряет процесс реабилитации, осуществляемый в медицинских учреждениях, позволяет пациентам самим пользоваться устройством с определенного момента по мере реабилитации, снижая нагрузку на медицинские учреждения и работников.

С учетом сравнимых функциональных возможностей устройств разных производителей из различных стран для функционального и коммерческого сравнения выбрано два ближайших аналога устройства «Интелкоуч», а, именно, продукты: «ARTROMOT» и SaebFlex.

1. «ARTROMOT» представлен на российском рынке, имеет различные модификации, отдельные блоки для каждого отдела верхней конечности. ARTROMOT®-H – двигательный прибор, используемый для пассивной мобилизации сустава запястья. Он обеспечивает объём движений запястья в диапазонах: изгиб - 0° - 90°, разгиб - 0° - 90°, полное локтевое отклонение (отведение) - до 90°. Цена изделия \$6800.

2. SaebFlex включает в себя устройство SaebFlex, обеспечивающее «удлинения» локтя. Устройство позволяет людям с болезнями ЦНС использовать свою руку и кисть в терапии и дома. Эти ортезы позволяют пациенту захватывать предметы, добровольно сгибая пальцы. Как только пальцы расслабляются (перестают сжиматься), система пружин растяжения помогает открыть руку, чтобы освободить предмет. Цена изделия \$699.

Расчетная стоимость одного устройства «Интелкоуч» при серийном производстве – 24 тыс. руб. (\$379 при рыночном курсе 1\$=65 руб). Ориентировочная потребность по России – 25 тысяч экз, при условии максимальной загрузки работой каждого устройства, поэтому реальная потребность с учетом неравномерности нагрузки на каждое изделие составит 35-50 тысяч экз. Таким образом, минимальный объем рынка России устройств «Интелкоуч» оценивается в 600 млн. руб., реально он в 1,5-2 раза выше, т.е. может превысить 1 млрд руб.

Оценочная расчетная стоимость одного устройства автоматизированного с сервоприводом и электронным блоком – «Интелкоуч -М»- составляет ок. 200 тысяч рублей (\$3000), будет уточнена на следующей стадии разработки устройства

5. Заключение

Создание и постановка на серийное производство устройства «Интелкоуч» позволит провести замещение импортной аналогичной продукции, превышающей по своим технико –экономическим и функциональным показателям устройством с оригинальной технологией ее кастомизированного применения. Устройство «Интелкоуч» обладает высоким экспортным потенциалом ввиду отсутствия аналогов на мировом рынке. Постановка на производство устройства позволит вернуть к полноценному труду или труду с выполнением определенных наборов функций значительную часть пациентов после прохождения постинсультной, постCovid-19-ой, посттравматической реабилитации. Как правило, это высокопрофессиональные работники, имеющие определенный трудовой стаж и профессиональные навыки, востребованные в производстве.

Ориентировочный объем рынка по странам СНГ и БРИКС составляет не менее миллиарда долларов. Выполненные исследования соответствуют Национальной технологической инициативе Российской Федерации, инновационно-инвестиционной политике развития экономики Калининградской области в новых условиях [11] и направлены на решение единой задачи - создание услуги, включающей новые технологии, оборудование и аппаратуру, организационную систему для реабилитации больных. Решая крупную социальную задачу, такая система способна вернуть пациентам утраченные функции верхних конечностей, возникших вследствие патологических изменений из-за Covid, инсульта, либо производственных или спортивных травм.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям, проект № 73968 «Устройство для реабилитации пациентов с нарушениями центральной нервной системы, вызывающими грубые двигательные нарушения суставов рук человека».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н.А.Кострикова, А.Я.Яфасов. Формирование новой экосистемы рыбохозяйственного комплекса России в современных условиях. Морские интеллектуальные технологии/Marine intellectual

technologies № 3 том 1, 2021 / № 3 part 1, 2021, стр. 247-254. <https://doi.org/10.37220/MIT.2021.53.3.029>.

2. О.Г.Огий, В.Ю.Осипов, А.Б.Тристанов, Н.А.Жукова. Задачи и показатели эффективности интеллектуальной нейросетевой поддержки решений по управлению трудовым потенциалом рыбохозяйственного комплекса. Морские интеллектуальные технологии/Marine intellectual technologies № 4 том 4, 2021 / № 4 part 4, 2021 <https://doi.org/10.37220/MIT.2021.54.4.010>

3. Where is the Wealth of Nations? The World Bank. Washington, D.C. Measuring Capital for the 21st Centur. 208 p. ISBN-10: 0-8213-6354-9. ISBN-13: 978-0-8213-6354-6.

DOI: 10.1596/978-0-8213-6354-6

4. Zilan Wang, Yanbo Yang, Xiaolong Liang, Bixi Gao, Meirong Liu, Wen Li, Zhouqing Chen and Zhong Wang. COVID-19 Associated Ischemic Stroke and Hemorrhagic Stroke: Incidence, Potential Pathological Mechanism, and Management. Frontiers in Neurology. October 2020/ Volume11 / Article 571996. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.571996>.

5. Mao L, Jin H, Wang M, Hu Y, Chen S, He Q, et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. JAMA Neurol. (2020) 77:1–9. doi: 10.1001/jamaneurol.2020.1127.

6. COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)/Johns Hopkins University&Medicine. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> (дата обращения 23.08.2022)

7. Коронавирус статистика по России <https://coronavirusstat.ru/>

8.Zhao J, Rudd, Liu A. R. Challenges and potential solutions of stroke care during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak. Stroke. (2020) 51:1356–7. doi: 10.1161/STROKEAHA.120.029701

9. Анатомия руки человека, анатомия кисти руки человека, строение руки человека. [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://athleticsport.ru/sport/body/111-anatomiya/146-anatomiya-ruk> (дата обращения 30.08.2022).

10. Medikweb.ru. Анатомический атлас. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://medikweb.ru/anatom_atlas/anatom9.php (дата обращения 30.08.2022).

11. Яфасов А. Я., Костенко Л. В. Инновационно-инвестиционная политика развития экономики Калининградской области в новых условиях // Известия КГТУ. 2022. № 66. С. 175–194.

SOCIO-ECONOMIC ISSUES OF REHABILITATION OF PERSONS SURVIVED COVID, STROKE WITH PROBLEMS OF MOTOR HANDS

¹Yafasov Abdurashid Yarullaevich, Doctor of Technical Sciences, Head of the Innovation Department of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "KSTU"

²Korolsky Alexey Sergeevich, Specialist, Department of Physical Education KSTU, General Director of Intelcoach LLC

³Komkov Aleksey Ivanovich, design engineer, Intelcouch LLC.

^{1,2}Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: ¹yafasov@list.ru

^{2,3}LLC MIP "Intelcouch", Kaliningrad, Russia, e-mail: ²alexus.com74@mail.ru; ³ya.komkovalexey@yandex.ru

The aim of the work is to create a device for the rehabilitation of persons with problems of the central nervous system that affect hand motility. The multifactorial nature of the problem associated with economics, medicine, sociology, entrepreneurship, and neurophysiology is shown. A new technology and a device for its implementation are proposed, providing a high degree of rehabilitation of post-stroke patients with impaired hand motility. An assessment was made of the economic and social effect of the accelerated rehabilitation of the considered groups of patients in Russia. The volume of the Russian device market reaches 1 billion rubles.

СЕКЦИЯ II. ЦИФРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

SECTION II. DIGITAL PLATFORMS OF ENERGY EFFICIENCY OF ORGANIZATIONAL-TECHNICAL AND SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

УДК 681.5

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ НОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ В ТЕХНОЦЕНОЗЕ

¹Гнатюк Виктор Иванович, д-р техн. наук, профессор

²Лепехо Дмитрий Васильевич, научный сотрудник

³Кивчун Олег Романович, канд. техн. наук, доцент

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: mail@gnatukvi.ru

²ООО Калининградский инновационный центр «Техноценоз»,
Калининград, Россия, e-mail: ldv236@yandex.ru

³Балтийский федеральный университет им. И. Канта,
Калининград, Россия, e-mail: oleg_kivchun@mail.ru

Рассмотрены аспекты применения интеллектуального нормирования на объектах регионального электротехнического комплекса с целью их энергоэффективности. Описаны способы применения ранговых распределений в целях управления энергопотреблением, приводящие в том числе к повышению энергоэффективности и наиболее оптимальному расходованию ресурсов. Введены понятия и алгоритмы расчета ряда критериев и параметров: комплексный критерий оценки электропотребления, характеризующий наносимый системе вследствие неэффективного управления ущерб дамадж-параметр.

Как видно из рисунка 1, отражающего изменение электропотребления одного из электротехнических комплексов, расположенных в Калининградской области, с 2014 по 2020 годы, этот показатель неуклонно растёт. Данный факт объясняется постоянным увеличением и совершенствованием технической составляющей производственных и организационных процессов. Современные технические средства, включая серверное оборудование, комплектуются энергоёмким оборудованием, что вызывает рост установленной мощности и электропотребления объектов.

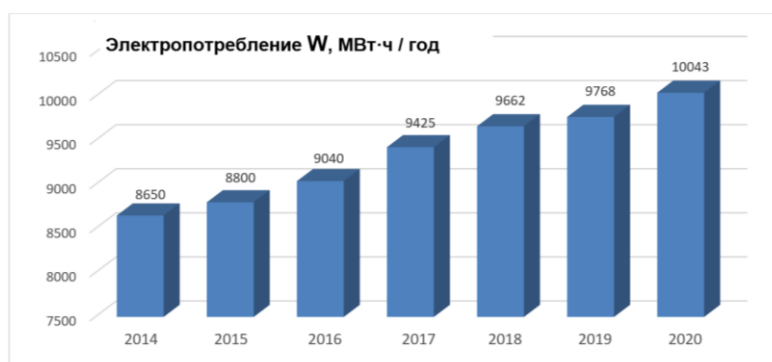


Рис. 1. Изменение электропотребление электротехнического комплекса с 2014 по 2020 год

Кроме этого, рост электропотребления обусловлен несовершенством существующих методик управления и децентрализованным характером. Хотя обобщение фактических данных и финансирование осуществляется в главном офисе, специалисты обеспечения слабо влияют на режим эксплуатации технических средств в реальных условиях, а следовательно – на их электропотребление.

При этом стоит заметить, что при увеличении электропотребления на 6,5 % в 2020 году по сравнению с 2017 годом, расходы в связи с увеличением тарифов на электроэнергию увеличились почти на 15 % (2017 г. – 28,1 млн. руб, 2020 г. – 32,5 млн. руб).

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации № 1623-р от 28.07.2017 г., которым утверждена программа цифровой экономики государства, независимо от конкретной сферы социальной и экономической деятельности данные в цифровом виде рассматриваются как определяющий фактор производства. Указ № 204 от 07.05.2018 г., определяющий национальные цели и стратегические задачи развития называет ускоренное внедрение цифровых технологий в экономическую и социальную сферу одним из самых значимых направлений развития и разработки национальных проектов, а Министерство энергетики РФ с 2019 года реализует ведомственный проект «Цифровая энергетика», в рамках которого рассматриваются вопросы преобразования энергетической инфраструктуры государства посредством цифровых решений и создания цифровых платформ, охватывающих сферу производства и потребления электроэнергии.

В данном случае цифровая платформа рассматривается как система подчиненных специальным алгоритмам взаимоотношений определенного типа элементов какого-либо процесса, объединенных информационной средой, приводящая к снижению транзакционных издержек вследствие применения набора технологий, связанных с цифровизацией. Актуальная и в сфере электроэнергетики, цифровизация предполагает создание цифровых платформ, которые обеспечивали бы устойчивое функционирование электротехнического комплекса, реализацию процесса электропотребления с максимальной энергоэффективностью и минимальными потерями, а также позволяли бы достоверно его прогнозировать. В связи с этим целью цифровизации электропотребления является, с одной стороны, снижение затрат на управление и всестороннее обеспечение, а с другой – повышение [6]:

- энергоэффективности технологических процессов;
- гибкости процессов управления электропотребления;
- устойчивости электроснабжения за счет нормирования.

Рассмотрим возможность применения интеллектуального нормирования для решения задачи управления электропотреблением электротехнического комплекса в условиях возрастающих требований по цифровизации процессов всестороннего обеспечения оперативно-служебной деятельности.

Интеллектуальное нормирование осуществляется с целью наиболее оптимального управления процессом электропотребления. Нормирование в этом контексте заключается в определении динамических норм для каждого объекта в составе электротехнического комплекса с учетом статистических особенностей электропотребления в рассматриваемом периоде. Необходимо учитывать, что к электротехническому комплексу в указанных условиях применим термин «техноценоз», то есть он может изучаться как ограниченная во времени и пространстве система, представляющая собой совокупность технических изделий, объединенных слабыми связями и единой системой обеспечения и управления.

Конечная цель интеллектуального нормирования – приведение электротехнического комплекса к требуемому состоянию в обозначенные сроки с максимальной вероятностью. Требуемое состояние описывается ранговым гиперпараметрическим распределением, имеющему форму, которая позволяет снизить значения дифлекс-параметра при одновременном увеличении в установленных пределах значений дифлекс-угла. Как видно, интеллектуальное нормирование включает в себя элементы целеполагания, прогнозирования, построения стратегии, планирования ресурсов. Специфика интеллектуального нормирования заключается в возможности извлечения, проверки, повышения достоверности, аугментации, а также оперирования данными систем, обладающих негауссовыми свойствами. Два типа прогнозирования электропотребления - проактивное и предиктивное, также включены в состав процедур интеллектуального нормирования. Кроме этого, обязательно должна реализовываться обратная адаптация данных. Таким образом, интеллектуальное нормирование является значимой составляющей процесса оптимального управления электропотреблением, наряду с процедурами верификации и аппроксимации данных и других процедур рангового анализа,

а также выступает необходимым элементом реализации процедур управления, применяемых в контексте разрабатываемой цифровой платформы энергоэффективности [2, 3].

Понятие интеллектуального нормирования тесно связано с эффективностью управления электропотреблением объектов электротехнического комплекса, которая оценивается после реализации ZP-анализа, для чего с целью последующего сравнения вычисляются интегральные показатели следующих видов: показатель положительного эффекта и понесенных системой затрат. Полезный эффект от реализации в системе методологии оптимального управления электропотреблением оценивается с помощью интегрального показателя [2]:

$$\begin{cases} IP_W^* = \left(\int_0^\infty W(r)dr - \int_0^\infty W^*(r)dr \right) / \int_0^\infty W(r)dr; \\ IP_W^t = \left(\int_0^\infty W(r)dr - \int_0^\infty W^t(r)dr \right) / \int_0^\infty W(r)dr, \end{cases} \quad (1)$$

где $W(r)$ – результат аппроксимации фактических показаний;
 IP_W^* – целевой показатель потенциала энергосбережения;
 IP_W^t – интегральный показатель качества.

Степень эффективности указанной процедуры управления электропотреблением характеризуется целевым интегральным показателем, который по существу является относительным Z-потенциалом энергосбережения техноценоза. Показатель вычисляется путем нахождения отношения показателя качества на отдельном временном интервале к нижней границе области допустимых значений [2]:

$$IP_W = \frac{IP_W^t}{IP_W^*} = \frac{\int_0^\infty W(r)dr - \int_0^\infty W^t(r)dr}{\int_0^\infty W(r)dr - \int_0^\infty W^*(r)dr}. \quad (2)$$

Полная реализация методологии оптимального управления потреблением электроэнергии требует определенных затрат, которые в отдельных случаях могут быть значительны. Для их определения рассчитаем зависимость разницы итоговых затрат на энергосбережение электротехнического комплекса на рассматриваемом временном интервале, от стоимости электроэнергии, которая соответствует Z1 и Z2-потенциалу. Если на отдельных этапах реализации методологии к объектам применяются индивидуальные тарифы на электроэнергию, данный показатель может рассчитываться по приведенной формуле [1,2]:

$$IP_C = 1 + \frac{\int_0^\infty C^t(r)dr}{\int_0^\infty (W(r) \cdot sc(r))dr - \int_0^\infty (W^*(r) \cdot sc^*(r))dr}, \quad (3)$$

где $C^t(r)$ – ранговое параметрическое распределение объектов электротехнического комплекса по суммарным затратам на реализацию процесса энергосбережения на указанном интервале;
 $sc(r)$ – ранговое параметрическое распределение тарифа на электроэнергию, предъявляемого объектам на начальном временном интервале, на котором фиксировались эмпирические значения электропотребления и строилось ранговое параметрическое распределение $W(r)$;
 $sc^*(r)$ – ранговое параметрическое распределение, показывающее данные тарифов на электроэнергию.

В случае применения к объектам техноценоза единого тарифа в формуле для расчета затрат используются константы. Для объектов электротехнического комплекса целесообразно строить ранговые распределения финансовых затрат. При построении применяются те же способы.

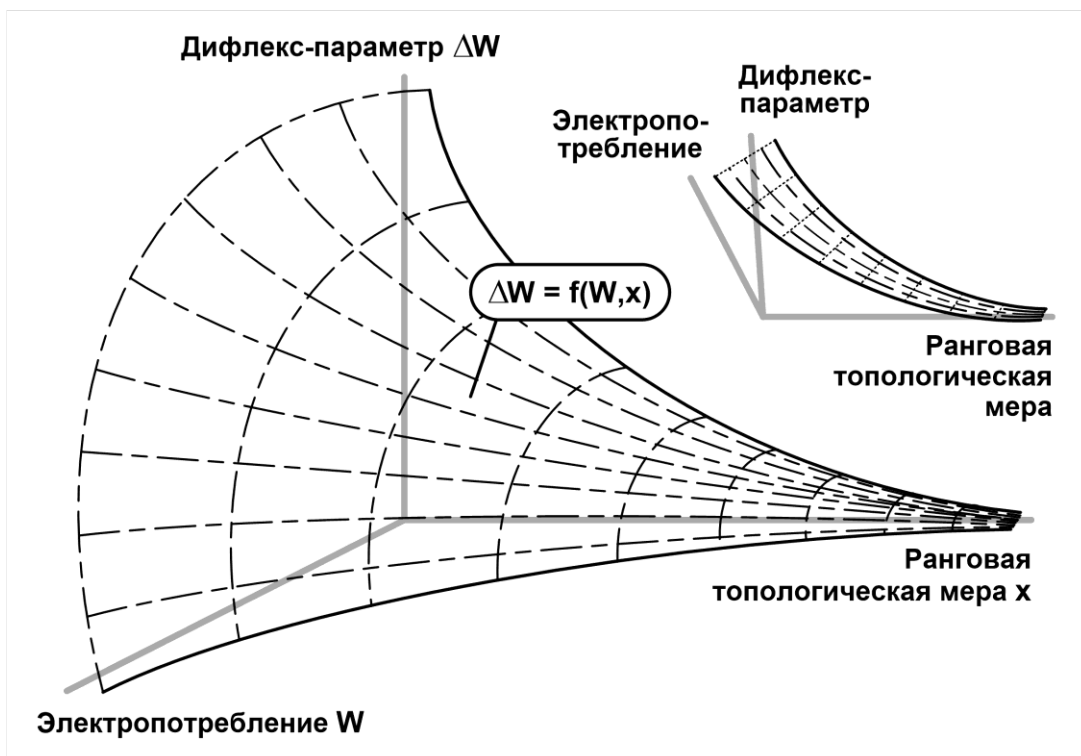
Следовательно, о степени эффективности процесса управления электропотреблением объектов электротехнического комплекса с наибольшей достоверностью можно судить по максимизации интегрального показателя [6]:

$$IP = \frac{IP_W}{IP_C} \rightarrow \max. \quad (4)$$

Приведенный показатель IP_W должен принимать значения от 0 до 1. Нулевое значение соответствует отсутствию управляющих энергосберегающих процедур (при этом функция $W^t(r)$ максимально совпадает с исходной функцией). Единица означает, что возможности Z-потенциала исчерпаны, а функция $W^t(r)$ будет идентична итоговой функции. Интегральный показатель IP_C лежит в диапазоне от 1 до бесконечности, границы данного диапазона означают нулевые затраты на выполнение указанных энергосберегающих мероприятий и, соответственно, бесконечно большие затраты. Итоговый показатель IP , следовательно, сможет принимать значения, находящиеся в диапазоне от 0 до 1.

В статье [2] описаны способы применения ранговых распределений в целях управления энергопотреблением, приводящему в том числе к повышению энергоэффективности и наиболее оптимальному расходованию ресурсов. Введены понятия и методики расчета ряда критериев и параметров, например: комплексный критерий оценки электропотребления, характеризующий наносимый системе вследствие неэффективного управления ущерб дамандж-параметр (рис. 2).

Дифлекс-угол зависит от текущего состояния электротехнического комплекса, а также различных внешних факторов. Крайние состояния системы сопоставлены таким показателям: $\alpha = 0$ – дифлекс-параметр равен нулю; $\alpha = 90$ – электропотребление равно нулю. При $\alpha = 0$ все объекты электротехнического комплекса имеют показатели электропотребления, находящиеся вблизи нижней границы. При $\alpha = 90$ и $IP = 0$ объекты вообще не потребляют электроэнергию. Это состояние можно принять за исходное в общем процессе управления электропотреблением. Реально существующий комплекс будет соответствовать переходному значению рассчитываемого дифлекс-угла. В результате управления электропотреблением дифлекс-угол будет последовательно увеличиваться, а в пределе достигнет целевого значения (обозначается как α^*). В результате этого обнаруживается состояние минимакса, заключающееся в минимальном значении дифлекс-параметра и, напротив, максимальном значении дифлекс-угла, т.е. минимуме интегрального электропотребления (при значении $IP = 1$). В этом случае электротехнический комплекс принимает состояние наибольшей энергоэффективности, что рассматривается как достижение конечной цели управления электропотреблением.



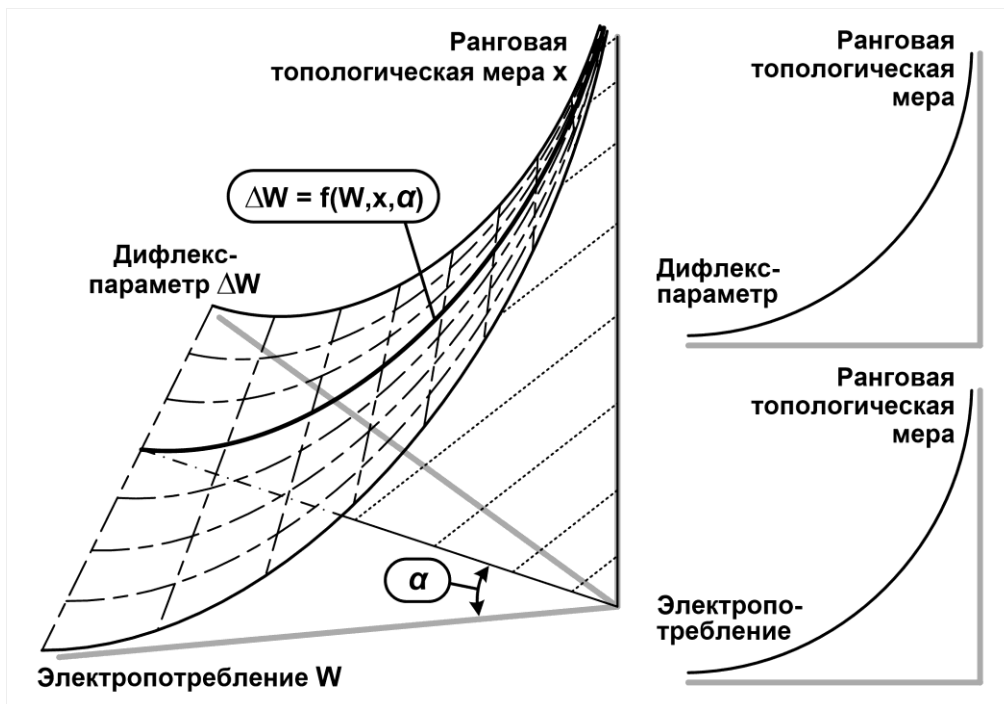


Рис. 2. Гиперпараметрическая поверхность

Для достижения оптимальных показателей электропотребления должны быть получены такие значения параметров управляющего воздействия, направленного на энергосбережение, которые в результате позволят приблизить электропотребление объектов техноценоза к нижней границе установленной области допустимых значений. Таким образом, обычный для задач оптимизации поиск необходимого значения целевой функции не в полной мере соответствует цели описываемой оптимизации. Скорее, уместным будет стремление определить оптимальную стратегию всестороннего воздействия на существующий параметры с целью минимизировать издержки, потенциально возникающие в процессе реализации оптимального управления объектами. При этом должны обеспечиваться траектории объектов, приближающие их к оптимальному состоянию, определяемому целью управления (рис. 2) [3].

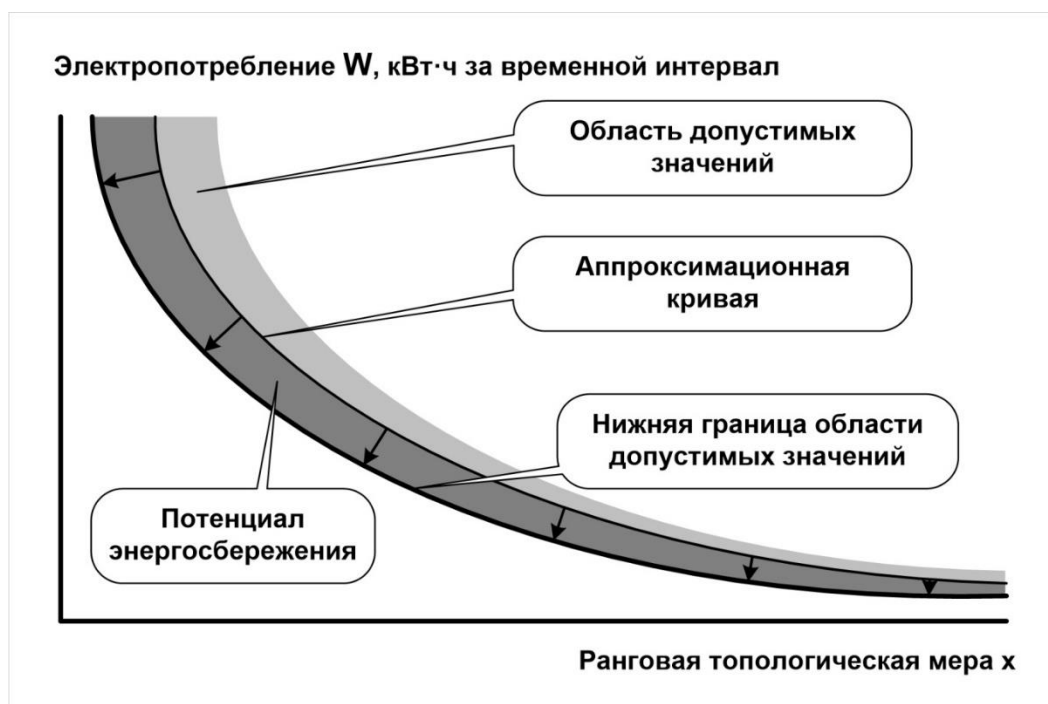


Рис. 3. Оптимизация электропотребления техноценоза

Подобная задача может быть квалифицирована как шаговая задача динамического программирования с закрепленными левым и правым концами траектории (левый закрепленный конец – аппроксимационная кривая электропотребления, правый – нижняя граница области допустимых значений на рисунке 2.

Для описания исследуемого электротехнического комплекса применим дискретное множество состояний

$$w \equiv (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n, \dots), \quad (5)$$

Состояние техноценоза описывается вектором показаний электропотребления (n – количество объектов) в рассматриваемом периоде ($t = 0$ – известный интервал). Следовательно, такая задача динамического программирования предполагает некоторое пренебрежение многомерностью множества возможных промежуточных состояний. Но подобные допущения необходимы для получения возможности правильного численного решения поставленной задачи.

Изменение состояния рассматриваемой негауссовой системы описываются уравнениями [2]:

$$\begin{cases} w_i^{t+1} = f_i(w_1^t, w_2^t, w_3^t, \dots, w_n^t; u_1^{t+1}, u_2^{t+1}, u_3^{t+1}, \dots, u_n^{t+1}), \\ w^{t+1} = f(w^t, u^{t+1}) \\ u^{t+1} \equiv \{u_1^{t+1}, u_2^{t+1}, u_3^{t+1}, \dots, u_n^{t+1}\}. \end{cases} \quad (6)$$

В выражении (6) в соответствии со значением управляющей переменной определяется последовательность принимаемых мер и решений, модифицирующие состояние t -ой системы состояний в $(t + 1)$. При этом в общем случае количество рассматриваемых членов множества управляющих переменных может существенно отличаться от количества членов множества переменных состояния, но в контексте статьи количество принимается равным, следовательно, программная реализация алгоритма должна учитывать это в виде некоторых ограничений.

Как было описано [2], в случае задания начального состояния системы (объекта) w^0 и некоторого множества ограничений в виде равенств или неравенств для всех переменных состояния и управления, решение задачи осуществляется через поиск оптимальной стратегии $u^1, u^2, u^3, \dots, u^L$ (оптимальной экстремали для общего случая вариационного счисления), которая приводила бы к минимизации критерия-функционала:

$$\begin{aligned} \min_{u_1(t), u_2(t), \dots, u_n(t)} \int_{t_0}^{t_F} f_0(w_1, \dots, w_{n-1}, w_n; u_1, \dots, u_{n-1}, u_n) dt &\equiv \\ \equiv S(w_1(t_0), \dots, w_{n-1}(t_0), w_n(t_0); w_1(t_F), \dots, w_{n-1}(t_F), w_n(t_F)) &\equiv \\ \equiv S(W_1, \dots, W_{n-1}, W_n) & \end{aligned} \quad (7)$$

удовлетворяющего дифференциальному уравнению с частными производными первого порядка (применяется уравнение Гамильтона – Якоби, которое основанно на классическом гамильтониане с обобщенными координатами [4]):

$$M \left(W_1, \dots, W_{n-1}, W_n; \frac{\partial S}{\partial w_1}, \dots, \frac{\partial S}{\partial w_{n-1}}, \frac{\partial S}{\partial w_n} \right) = 0, \quad (8)$$

где M – оптимальная функция Гамильтона.

Известно, что при решении задачи шагового управления в характерных для класса моделей управления электропотреблением объектов техноценоза условиях дискретного времени (в связи со спецификой получения исходных данных от приборов учета электроэнергии), интегральный функционал [5] приобретает вид аддитивного критерия

$$w_0^L = \sum_{t=0}^{L-1} (f_0(w^t, u^{t+1})) + f(w^L) = w_0^L(w^0), \quad (9)$$

где L – шаги решения сформулированной задачи динамического программирования;
 $f(w^L)$ – функция, описывающая состояния рассматриваемого электротехнического комплекса на последнем шаге задачи.

Для данной постановки принцип оптимальности Беллмана заключается в том, что если в задаче динамического программирования с начальным состоянием w^0 , для некоторой последовательности состояний w^0, w^1, w^2 существует оптимальная стратегия u^1, u^2, u^3 , то оптимальной стратегией для тех же критерия-функции и конечного состояния w^L , но с начальным состоянием w^1 , будет u^2, u^3, u^4 . Если выразить значение $\min(x_0^L(X))$ через $S^L(X)$, то принцип оптимальности Беллмана выражается как рекуррентное соотношение (где минимум функции определяется с учетом задаваемых ограничений) [2]:

$$\begin{cases} S^L(X) = \min_{u^1} \{f_0(X, u^1) + S^{L-1} \cdot f(X, u^1)\} (L = 2, 3, 4, 5 \dots); \\ S^1(X) = \min_{u^1} (f_0(X, u^1)). \end{cases} \quad (10)$$

Численное решение приведенного уравнения с неизвестными функциями $S^L(X)$ заключается в шаговой конструкции класса оптимальных стратегий для некоторого класса начальных состояний. Ожидаемая оптимальная стратегия «погружена» в этом классе [4].

Рекуррентное соотношение (10) позволяет при расчетах задать оптимальную стратегию управления электропотреблением объектов техноценоза, заключающуюся в том, что управляющее воздействие, направленное на уменьшение значений электропотребления, для каждого отдельного объекта на всех временных интервалах должно быть поставлено в определенную зависимость от потенциала энергосбережения этого объекта. Численным показателем потенциала энергосбережения объекта является его относительный дифлекс-параметр, то есть относительная разница между фактически зафиксированным электропотреблением на рассматриваемом временном интервале и нижней границей доверительного интервала в точке аппроксимационной кривой, соответствующей целочисленному рангу объекта. И этого следует, что в общем случае оптимальное управляющее воздействие на объект техноценоза достаточно полно описывается следующим выражением:

$$w_k^{t+1} = K_k^t \cdot w_k^t, \quad (11)$$

где W_k^t – состояние k -го объекта на t -м интервале;
 K_k^t – коэффициент нормирования для объекта.

Решение уравнения для простейшего класса оптимальных стратегий управления в отношении объектов техноценоза может быть представлено в следующем виде [5]:

$$K_k^t = f_k^t \left(\frac{w_k^t - (W^t(r_k) - W^*(r_k))}{W^t(r_k) - W^*(r_k)} \right), \quad (12)$$

где $f_k^t(w_k^t, u^{t+1})$ – функция от значения первого объекта;
 $W^t(r_k)$ – значение электропотребления объекта, занимающего k -й ранг в распределении, на аппроксимационной кривой;
 $W^*(r_k)$ – значение электропотребления объекта, занимающего k -й ранг в распределении, на нижней границе доверительного интервала [1].

Оптимальное в конкретных условиях и на указанном временном интервале управляющее воздействие для отдельного объекта техноценоза, рассчитываемое по выражению (11), следует рассматривать как индивидуальную интеллектуальную норму, рассчитанную с учетом статистических особенностей объекта в составе электротехнического комплекса на конкретном временном этапе.

Применение указанной нормы совокупно с иными предъявляемыми остальным объектам нормами, позволит осуществлять приведение электротехнического комплекса в целевое состояние с наибольшей вероятностью в требуемый срок, в котором управление электропотреблением позволяет достичь максимально возможной эффективности расходования электроэнергии, уменьшая при этом затраты на обеспечение процесса управления. Предполагается использование описанного подхода в рамках построения цифровой платформы энергоэффективности электротехнического комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов // Электрон. дан. 2019. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>.
2. Гнатюк В.И., Луценко Д.В. Потенциал энергосбережения регионального электротехнического комплекса: Экономические проблемы энергетического комплекса. – М.: ИНП РАН, 2013. – 107 с.
3. Луценко Д.В. Комбинаторная теория ранговой динамики // Электрон. дан. 2018. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ktrd.pdf>.
4. Гнатюк В.И. Критерий оценки качества электропотребления техноценоза. Новые перспективы рангового анализа // Электрон. дан. 2019. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/giperkache.pdf>.
5. Кивчун О.Р. Векторный ранговый анализ // Электрон. дан. 2019. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/vran.pdf>.
6. Гнатюк, В.И. Цифровой двойник техноценоза по электропотреблению // Электрон. дан. 2020. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/cifrodvoyin.pdf>.

INTELLIGENT RATIONING OF POWER CONSUMPTION IN TECHNOCENOSIS

¹ Gnatuk Viktor Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor

² Lepekho Dmitry Vasilievich, Research Associate

³ Kivchun Oleg Romanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹ FSBEI HE "Kaliningrad state technical university",

Kaliningrad, Russia, e-mail: mail@gnatukvi.ru

² LLC Kaliningrad innovation center "Technocenosis",

Kaliningrad, Russia, e-mail: ldv236@yandex.ru

³ I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, e-mail: oleg_kivchun@mail.ru

This article discusses aspects of the application of intelligent rationing at the facilities of the regional electrical complex for the purpose of their energy efficiency. The article also describes the ways of applying rank distributions in order to manage energy consumption, which, among other things, leads to an increase in energy efficiency and the most optimal use of resources. Concepts and algorithms for calculating a number of criteria and parameters are introduced: a complex criterion for assessing power consumption, characterizing the damage caused to the system due to inefficient management, the damage parameter.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ РАНГОВОЙ ГИПЕРПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

¹Гнатюк Виктор Иванович, д-р техн. наук, профессор

²Луценко Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, доцент, научный сотрудник

³Кивчун Олег Романович, канд. техн. наук, доцент

⁴Жукова Мария Сергеевна, научный сотрудник

¹Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия, e-mail: mail@gnatukvi.ru

²Технопарк ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: lutsenko@bk.ru

³Балтийский федеральный университет им. И. Канта,
Калининград, Россия, e-mail: oleg_kivchun@mail.ru

⁴Калининградский инновационный центр «Техноценоз»,
Калининград, Россия, e-mail: melikh82@mail.ru

Представлена технология построения ранговой гиперпараметрической поверхности при развертывании слоя данных по электропотреблению объектов регионального электротехнического комплекса. Для построения поверхности используется расчетно-графический модуль, который включает в себя следующие этапы: импорт данных, построение ранговых параметрических распределений, их аппроксимация и формирование ранговой гиперпараметрической поверхности. Представление параметров, характеризующих процесс электропотребления, в виде ранговой параметрической поверхности позволяет рассчитать наилучшие параметры энергоэффективности для объектов.

В ранее проведенных исследованиях [1-5] выявлена необходимость параметрического развертывания слоя данных по электропотреблению, полученного из OLAP-куба в дифлекс-куб. Это способ подготовки всех данных, необходимых для полноценного внедрения цифровой платформы энергоэффективности в процесс управления электропотреблением.

Кубы данных, полученные в процессе параметрического развертывания называются гиперпараметрами. Гиперпараметр с точки зрения математики, рассматривается как ранговая гиперпараметрическая поверхность техноценоза – функция двух переменных, определенная в трехмерном ранговом параметрическом пространстве, где множество значений одного параметра соответствует множеству значений другого параметра и ранговой топологической меры. Данные из разных слоев OLAP-куба (в соответствии с задачами) используются в качестве аргументов гиперпараметра [1].

Гиперпараметрическое развертывание данных проводилось на примере Калининградской области. При этом в качестве объектов рассматривались опорные подстанции уровня 110 кВ комплекса региональной транспортной сети. На основе ежемесячных данных о потреблении энергии подстанциями РТСК за период 2008 – 2019 гг. был рассчитан дифлекс-параметр [1].

Дифлекс-параметр был рассмотрен не случайно, ведь именно этот параметр позволяет нам оценивать показатели качества в процессе управления электропотреблением, что играет ключевую роль для работы с СЭТ-системами.

В исследованиях, связанных с СЭТ-системами существует достаточно большое количество определений. В.И. Гнатюк определяет социально-экономико-техническую систему, как «социально-экономическая система; организационно-техническая система; технико-экономическая система. Ограниченная в пространстве и времени взаимосвязанная и взаимодействующая через слабые связи совокупность технических объектов (пространственных и технологических групп, человеко-машинных комплексов, зданий и сооружений, технических изделий, средств и персонала), социальных и экономических субъектов (лиц, выполняющих функции распределения и потребления

материальных и нематериальных ресурсов, производства, распределения, обмена и потребления товаров и услуг), а также финансов (финансовых средств, финансовых ресурсов и инструментов). Взаимосвязь данной системы определяется единством цели, достигаемой с помощью общих систем управления и поддержки. Целью эксплуатации данной системы является получение максимального положительного результата при минимальных затратах на комплексную поддержку» [2]. Наиболее актуальным остается данное определение в настоящее время. На нём базируется также понятие цифровизации и цифрового двойника. Вообще, применение подходов, связанных с цифровизацией и цифровым двойником, в управлении СЭТ-системой объясняется необходимостью в режиме реального времени автоматически осуществлять сложнейшие расчеты.

Таким образом, можно сказать, что построение гиперпараметрической поверхности с применением расчетно-графического модуля для визуализации в виде трехмерного графика является необходимым инструментом для работы с СЭТ-системами. Трехмерный визуальный анализ позволяет представлять данные в трехмерном пространстве и используется для перекодировки последовательностей значений некоторых переменных в графический вид.

Рассмотрим технологию построения гиперпараметрической поверхности в виде трехмерного графика, которая включает в себя следующие этапы.

1. Импорт данных по электропотреблению.
2. Сортировка данных.
3. Определение границ доверительного интервала и области допустимых значений.
4. Аппроксимация значений.
5. Непосредственное построение гиперпараметрической поверхности в виде трехмерного графика и его анализ.

Первый этап необходим для загрузки данных непосредственно в расчетно-графический модуль. Для этого необходимо предварительно подготовить таблицу с данными (рис. 1).

	1	2	3	4	5	6
1	6.603·10 ⁷	6.142·10 ⁷	6.332·10 ⁷	6.266·10 ⁷	5.991·10 ⁷	7.989·10 ⁷
2	3.746·10 ⁷	3.775·10 ⁷	8.712·10 ⁷	8.933·10 ⁷	6.582·10 ⁷	1.207·10 ⁸
3	2.005·10 ⁷	2.403·10 ⁷	9.332·10 ⁷	9.157·10 ⁷	8.957·10 ⁷	6.94·10 ⁷
4	2.119·10 ⁷	2.324·10 ⁷	2.462·10 ⁷	2.317·10 ⁷	2.52·10 ⁷	1.138·10 ⁸
5	4.364·10 ⁷	5.622·10 ⁷	6.736·10 ⁷	7.887·10 ⁷	8.147·10 ⁷	6.057·10 ⁷
6	2.152·10 ⁷	2.204·10 ⁷	2.385·10 ⁷	2.53·10 ⁷	2.55·10 ⁷	7.687·10 ⁷
7	4.384·10 ⁷	5.552·10 ⁷	8.086·10 ⁷	8.147·10 ⁷	8.147·10 ⁷	3.638·10 ⁷
8	1.594·10 ⁸	1.633·10 ⁸	2.15·10 ⁸	2.026·10 ⁸	1.993·10 ⁸	2.676·10 ⁷
9	1.615·10 ⁸	1.628·10 ⁸	1.945·10 ⁸	1.876·10 ⁸	1.848·10 ⁸	5.12·10 ⁷
10	1.462·10 ⁷	1.689·10 ⁷	2.298·10 ⁷	2.459·10 ⁷	3.159·10 ⁷	2.037·10 ⁸
11	3.176·10 ⁷	2.86·10 ⁷	3.065·10 ⁷	2.996·10 ⁷	2.722·10 ⁷	1.955·10 ⁸
12	3.412·10 ⁷	2.902·10 ⁷	5.781·10 ⁷	6.141·10 ⁷	7.071·10 ⁷	3.486·10 ⁷
13	1.719·10 ⁷	2.297·10 ⁷	2.299·10 ⁷	2.299·10 ⁷	2.299·10 ⁷	3.51·10 ⁷
14	5.621·10 ⁷	5.305·10 ⁷	5.982·10 ⁷	6.172·10 ⁷	6.373·10 ⁷	6.698·10 ⁷
15	9.242·10 ⁷	1.021·10 ⁸	1.09·10 ⁸	1.093·10 ⁸	9.225·10 ⁷	4.267·10 ⁷
16	5.489·10 ⁷	5.528·10 ⁷	6.284·10 ⁷	6.347·10 ⁷	6.237·10 ⁷	...

Рис. 1. Фрагмент исходных данных по электропотреблению подстанций

На втором этапе осуществляется сортировка данных в порядке убывания, после чего формируется матрица ранговых параметрических распределений W (рис. 2).

$$\text{Zipf}(M) := \begin{cases} \text{for } i \in 1.. \text{cols}(M) \\ W^{(i)} \leftarrow \text{reverse}(\text{sort}(M^{(i)})) \\ W \end{cases}$$

$$\underline{W} := \text{Zipf}(M)$$

$$\text{timeCount} := \text{cols}(W)$$

Рис. 2. Сортировка и формирование матрицы данных

На третьем этапе необходимо оценить границы области допустимых значений (далее ОДЗ). Для этого применяется программный модуль представленный на рисунке 3. При этом оценка ОДЗ осуществляется в предположении, что в сечении каждого ранга наблюдается нормальный закон распределения [2].

```

Border(W,q) :=
  m ← rows(W)
  n ← cols(W)
  for i ∈ 1..m
    X ← submatrix(W,i,i,1,n)
    μ ← mean(X)
    σ ← stdev(X)
    Yi ← qnorm(q,μ,σ)
  Y

Fact := W^{cols(W)} - фактически известный в последнем временном
                    интервале данные по электропотреблению.

W1 := Border(W,0.025) - данные, характеризующие нижнюю границу
                       ОДЗ, соответствующие границе Z1-потенциала

```

Рис. 3. Определение границ переменного доверительного интервала и области допустимых значений

Четвертый этап предполагает аппроксимацию данных методом наименьших квадратов (рис. 4).

```

МНК(W,R) :=
  n ← rows(W)
  β ← (∑ ln(W) · ∑ ln(R) - n · ln(R)^T · ln(W)) /
      ((∑ ln(R))^2 - n · ∑ ln(R)^2)
  W1 ← exp[1/n · (∑ ln(W) + β · ∑ ln(R))]
  stack(W1,β)

```

Рис. 4. Аппроксимация данных методом наименьших квадратов

Ключевым этапом построения гиперпараметрической поверхности является вывод накопленных данных по результату текущего времени в виде трехмерного графика. Стоит обратить особое внимание именно на этот расчетно-графический модуль. Он включает в себя программный код (рис. 5), который выполняется по следующему алгоритму.

Сначала необходимо извлечь столбец из матрицы W , далее отсортировать в порядке возрастания и выполнить обратную сортировку в порядке убывания. Используя аппроксимацию методом наименьших квадратов, возвращаем первую точку A и ранговый коэффициент β , а также аппроксимационную кривую, при этом доопределяем абстрактную функцию для формирования вектора рангов. Дифлекс параметр берем по модулю и осуществляем горизонтальную конкатенацию из трех столбцов. Единицы измерения электропотребления в данном случае – млн. МВт·ч в год. Далее осуществляется вывод результатов матрицы и накопление данных по результату текущего временного интервала. Выводом результатов матрицы является трехмерный график (рис. 6).

```

Quest(W, W1, R) := for t ∈ 1..cols(W)
|
|   curW ← reverse(sort(W(t)))
|    $\begin{pmatrix} A \\ \beta \end{pmatrix}$  ← МНК(curW, R)
|   curQ ← matrix[rows(W), 1, f(x, y) ← A · (x + 1)-β]
|   curQ ← curQ · 10-6
|   ΔW ← |curQ - W1|
|   ΔW ← ΔW · 10-6
|   D ← augment(R, curQ, ΔW)
|   Result ← D on error Result ← stack(Result, D)
|
| Result

```

Рис. 5. Фрагмент программного кода построения ранговой гиперпараметрической поверхности

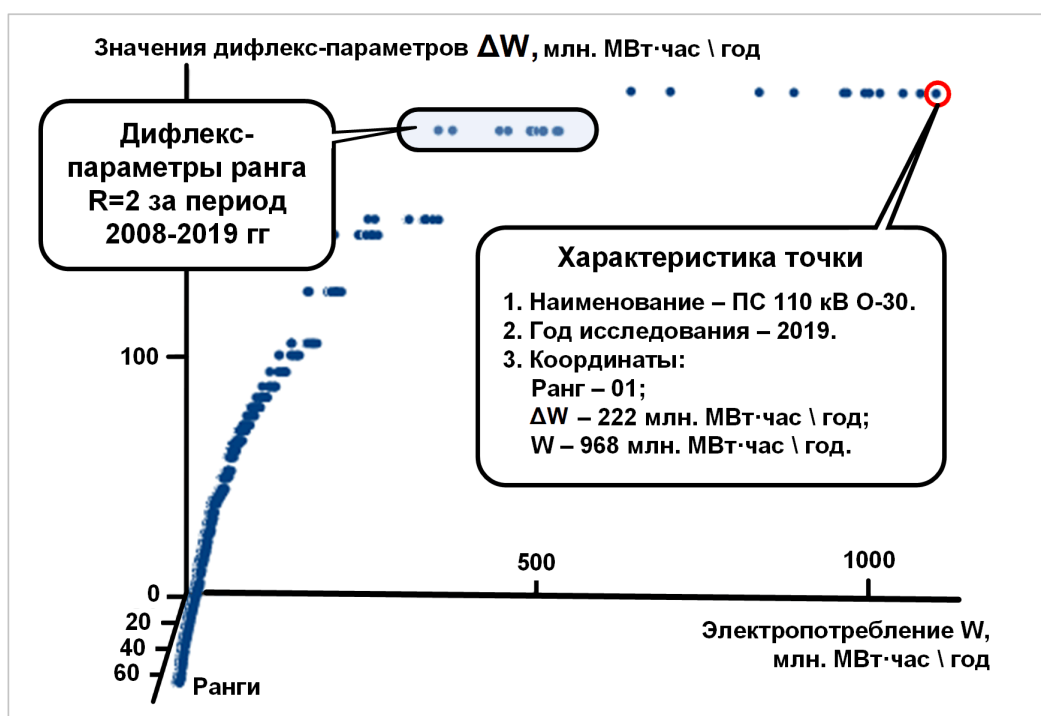


Рис. 6. Трехмерный график ранговой гиперпараметрической поверхности

Полученные результаты в виде трехмерного графика необходимо использовать для управления электропотреблением. В частности, при анализе полученных результатов для выявления различного рода ошибок и неточностей, аномалий, для контроля динамики показателей электропотреблением, для эффективного прогнозирования. Главное преимущество заключается в том, что можно распознать последовательность значений на графике, и во время интерактивного вращения, линии графика не перекрывают друг друга. Трехмерный график особенно удобно использовать для изучения входных данных в матричном виде.

Стоит отметить, что полученный график будет полезен при управлении в заданной СЭТ-системе. Для лиц, принимающих решения, которые в свою очередь могут иметь разновекторную направленность, важно опираться на реальные результаты. А графическое представление в виде трехмерного графика является подтверждением для того или иного принимающего решения лица. Таким образом, построение гиперпараметрической поверхности с использованием трехмерного графика является необходимым инструментом для работы с СЭТ-системами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гиперпараметрическое развертывание данных по электропотреблению / В.И. Гнатюк, О.Р. Кивчун, М.С. Жукова. – Текст: электронный // Материалы LI Международной научно-практической конференция с элементами научной школы «Фёдоровские чтения – 2021», г. Москва, 16 – 19 нояб. – Москва, 2021. – С. 3-15.
2. Гнатюк, В.И. Цифровой двойник техноценоза по электропотреблению // Электрон. дан. 2020. – Режим: <http://gnatukvi.ru/index.files/cifrodvoyin.pdf>.
3. В.И. Гнатюк. Техника, техносфера, энергосбережение [Сайт] // Электрон. дан. 2005. – Режим: <http://www.gnatukvi.ru>.
4. Луценко Д.В. Комбинаторная теория ранговой динамики // Электрон. дан. 2018. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ktrd.pdf>.
5. Кивчун О.Р. Векторный ранговый анализ [Трактат] // Электрон. дан. 2019. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/vran.pdf>, свободный.

CONSTRUCTION TECHNOLOGY RANK HYPERPARAMETRIC SURFACE

¹Gnatuk Viktor Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor

²Lutsenko Dmitry Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor, researcher

³Kivchun Oleg Romanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

⁴Zhukova Maria Sergeevna, Researcher

¹Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: mail@gnatukvi.ru

²Technopark of Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: lutsenko@bk.ru

³I. Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, e-mail: oleg_kivchun@mail.ru

⁴Kaliningrad Innovation Center "Technocenosis", Kaliningrad, Russia, e-mail: melikh82@mail.ru

The article presents a technology for constructing a rank hyperparametric surface when deploying a data layer on the power consumption of objects of a regional electrical engineering complex. To construct the surface, a computational and graphical module is used, which includes the following steps: data import, construction of rank parametric distributions, their approximation and formation of a rank hyperparametric surface. The representation of parameters characterizing the process of power consumption in the form of a rank parametric surface allows us to calculate the best energy efficiency parameters for objects.

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ АСУ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОРПУСА

¹Гужов Сергей Вадимович, канд. техн. наук,
доцент кафедры автоматизированных систем управления тепловыми процессами

²Тороп Дарья Владимировна, студентка магистратуры

³Геллер Борис Львович, канд. техн. наук, доцент

^{1,2}ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский институт «МЭИ»,
Москва, Россия, e-mail: ¹GuzhovSV@mpei.ru; ²ToropDV@mpei.ru

³Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия, e-mail: geller149@yandex.ru

Целью работы является оптимизация функционирования АСУ системы теплоснабжения. Настройке подвергается связь расхода уходящих газов на входе в котел-утилизатор и температуры теплоносителя в дальней точке потребителя. На данный момент не применяется практика регулирования вырабатываемой теплоты на источнике в зависимости от параметров непосредственно у потребителя. Такая система могла бы значительно сократить производственные сырьевые издержки и обеспечить комфортные условия потребителю без дополнительных систем автоматического регулирования тепла (САРТ), которые не входят в базовую систему теплоснабжения.

При отпуске теплоэнергии в системах центрального теплоснабжения, широко распространенных на территории России, обычно ориентируются на параметры теплоносителя на выходе с источника теплоты на основании графика отпуска тепловой энергии в [1].

Проблема состоит в том, что в наиболее удалённом помещении здания потребителя температура воздуха далеко не всегда соответствует принятым нормам, по причине несовершенств и высокого физического износа систем и приборов отопления, возникших в ходе эксплуатации, которые такая система не учитывает.

1. Цели и задачи

Целью настоящей работы является оптимизация функционирования АСУ системы теплоснабжения потребителя на примере здания учебно-лабораторного корпуса. Настройке подвергается связь расхода уходящих газов на входе в котел-утилизатор и температуры теплоносителя в дальней точке потребителя.

В рамках поставленной цели было последовательно решено задач:

1. Анализ существующих схем
2. Разработка математического аппарата для повышения точности регулирования расхода уходящих газов как функции от температуры теплоносителя в дальней точке потребителя;
3. Оценка применимости разработанного математического аппарата на примере здания учебно-лабораторного корпуса.

2. Метод решения и допущения

При расчете использованы уравнения теплового баланса для котла-утилизатора парогазовой установки [2] и принципы обеспечения заданных параметров теплоснабжения потребителя [3], в основе которых лежат уравнения тепломассообмена и санитарные нормы по теплоснабжению жилых и общественных зданий [4].

В описываемую систему входит: ПГУ (парогазовая установка), ЦТП (центральный тепловой пункт), ИТП (индивидуальный тепловой пункт), потребитель и система теплопередающих трубопроводов (рис. 1). От станции до ЦТП и от ЦТП до ИТП (находящимся непосредственно в здании)

трубопровод пролегает в полупроходном подземном канале с параметрами ШхВ=1,3х1,4 м, первая часть канала от ПГУ до ЦТП длиной $L_1=1000$ м и вторая часть канала от ЦТП по ИТП длиной $L_2=350$ м. После ИТП, трубопровод пролегает в условиях комнатной температуры ($t_{вп}=22^\circ\text{C}$) на протяжении $L_3=250$ м. Трубопровод до ИТП утеплен стекловатой, принят коэффициент, учитывающий изолированные участки трубопровода $\beta=0,2$. Параметры утеплителя: $\lambda=0,26$ Вт/м, толщина $\delta=70$ мм, внутренний диаметр $d=400$ мм. После ИТП труба ($\beta=0,2$) изолирована пенополиуретаном с характеристиками: $\lambda=0,24$ Вт/м, $\delta=5,4$ мм, $d=21,2$ мм.

Скорость теплоносителя на входе в систему составляет 0,4 м/с, температура. Температура обратной сетевой воды на выходе из системы теплоснабжения $t_1=75^\circ\text{C}$. Расход теплоносителя $G = 47,725 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$.

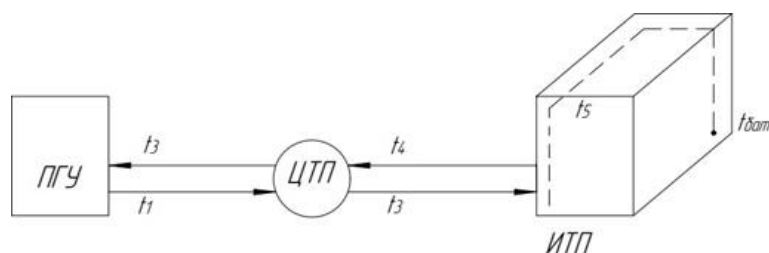


Рис. 1. Принципиальная схема системы теплоснабжения здания
 t_1 -температура обратной сетевой воды на выходе из системы теплоснабжения,
 t_2 -температура прямой сетевой воды отпущаемая в сеть теплоснабжения,
 t_3 -температура теплоносителя после ЦТП, t_4 -температура теплоносителя возвращаемого в ЦТП после потребителя, t_5 -температура подаваемого теплоносителя после ИТП, $t_{Бат}$ -температура теплоносителя в дальнейшей точке потребителя.

Принимаем допущения:

1. Так как температура теплоносителя незначительно зависит от температуры грунта, в котором пролегает канал с системой теплопередающих трубопроводов, можно принять допущение, что в системе температура и теплопроводность грунта, сухого изглинка, приняты постоянными и равными $t_{гр}=2^\circ\text{C}$ и $\lambda_{гр} = 2,2$ Вт/м $^\circ\text{C}$.

2. Для упрощения математической модели объекта принимаем допущение, что теплотери в трубопроводе не зависят от температуры окружающей среды и постоянны во времени.

3. Так как у нас не стоит специфической задачи о влиянии состояния системы теплоснабжения и здания, на эффективность теплоснабжения принимаем, что система теплоснабжения и система отопления здания находятся в удовлетворительном состоянии. Гидравлическое сопротивление трубопровода, геометрия и технические погрешности, возникающие в результате эксплуатации (течи, коррозию или осадок на стенках) не учитываются. Поток в трубе равномерен и постояен. Расход и скорость теплоносителя принимается постоянным на всем протяжении всей системы отопления. Здание имеет удовлетворительное состояние, теплоизоляция здания не имеет погрешностей.

4. Допускаем, что для обеспечения удовлетворительного состояния системы теплоснабжения и отопления промывка систем отопления здания проводится регулярно в соответствии с ПТЭ [5]. Приборы отопления находятся в удовлетворительном состоянии и функционирует нормально и целостно.

5. Соответственно, при допущении, принятом ранее, можно сказать что тогда температура воздуха в помещениях прямо коррелирует с температурой теплоносителя в приборах отопления в этой комнате, а температуру внутри здания принимаем неизменной.

6. В наиболее удалённом помещении здания потребителя температура воздуха соответствует требованиям СанПИН [6].

На практике, данный пункт выполняется крайне редко по причине несовершенств систем и приборов отопления, возникших в ходе эксплуатации.

К задачам, решаемым при составлении прогнозных ТЭБ посредством регрессионного анализа с учётом индивидуальных особенностей энергетических систем и комплексов относятся: анализ потенциальных причин вариаций в отклике; исследование влияния каждого фактора на переменную отклика;

оценка относительного вклада независимых переменных. В случае представления исходной информации не в форме четкого цифрового обозначения наблюдаемых величин, а в форме интервалов возможных допустимых значений, целесообразнее применять нечёткий регрессионный анализ с заданной функцией принадлежности, аналогичной нормальному распределению [7].

Математическим способом, используемым для составления прогнозных функций, является метод наименьших квадратов [8] (МНК). Согласно данному методу, в качестве меры отклонения значений полученной функции от экспериментальных значений определена сумма квадратов отклонений:

$$\Phi(a_0, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^n [f(x_1, a_1, \dots, a_k) - y_i]^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

В случае существенных отклонений удельных показателей в отчетном периоде выполняется линейное усреднение показателя за несколько последних лет [9]. Исходя из условий конкретно исследуемой задачи, происходит выбор типа аппроксимирования функции [10]. Как правило, чем ниже степень уравнения, применяемого для аппроксимации, тем более искомая зависимость функции будет определена приблизительно [11].

Коэффициенты a_i (b_i) находятся посредством МНК, который принимает вид системы линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} B_{00}a_0 + B_{01}a_1 + B_{02}a_2 + B_{03}a_3 = C_0 \\ B_{10}a_0 + B_{11}a_1 + B_{12}a_2 + B_{13}a_3 = C_1 \\ B_{20}a_0 + B_{21}a_1 + B_{22}a_2 + B_{23}a_3 = C_2 \\ B_{30}a_0 + B_{31}a_1 + B_{32}a_2 + B_{33}a_3 = C_3 \end{cases} \quad (2)$$

Необходимо отметить, что анализируемый массив исходных данных на этапе формирования многофакторной регрессионной модели должен быть уже прошедшим первичную обработку. На этапе предварительной обработки в массиве исходных данных экспертным методом исправляются значения, являющиеся некорректными. Некорректность может быть результатом ряда факторов: неточность в работе приборов учёта; аварийные ситуации, ставшие причиной существенного перерасхода энергоресурсов и пр. Применение метода экспертных оценок ухудшает возможность автоматизации процесса и ставит точность расчёта в зависимость от экспертного мнения. При этом возможна ситуация, при которой достоверность скорректированных первичных данных будет неконтролируемо снижена, т.к. анализируемые данные уже подверглись изменению.

Величины свободных коэффициентов C_i рассчитываются по соотношениям:

$$\begin{cases} C_0 = \sum_{i=1}^n y_i \\ C_1 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ C_2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \\ C_3 = \sum_{i=1}^n x_i^3 y_i \end{cases} \quad (3)$$

где y_i – значения искомой функции, полученной на основе опытных (экспериментальных) значений [12].

Сделано допущение о прохождении оптимальной функции через центр скопления значений массива статистических данных [13]. В таком случае регрессионный анализ позволяет сделать вывод о типе функции, наиболее полно подходящей для математической аппроксимации статистических данных [14]. По результатам каждой аппроксимации определяется коэффициент достоверности аппроксимации R^2 в соответствии с выражением:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_j - \bar{y}_i)^2}{(\sum y_i^2)^2 - \frac{\sum y_i^2}{n}} \quad (4)$$

где y_i – значения коэффициента K , рассчитанного на основе экспериментальных значений [15]; y_j – значения коэффициента K , полученные в результате расчета по уравнению аппроксимированной функции; $R^2 \in [0; 1]$.

Необходимо отметить особенность регрессионной математической модели, состоящую в увеличении значения коэффициента детерминации с ростом численности анализируемых регрессоров, даже в случае отсутствия какой-либо связи между зависимой и независимой переменными [16]. Для устранения данного явления применяют корректировку R^2 на число регрессоров [17]. Также регрессионная модель чувствительно реагирует необоснованным завышением значимости нескольких регрессоров, в случае наличия между ними взаимной связи [18]. Прогнозный доверительный интервал мат. ожидания $V_{\text{пост}}$:

$$\left[V_{\text{пост}} - t_{1-\frac{\alpha}{2},k} \cdot S_{\bar{V}_{\text{пост}}}; V_{\text{пост}} + t_{1-\frac{\alpha}{2},k} \cdot S_{\bar{V}_{\text{пост}}} \right] \quad (5)$$

где $t_{1-\frac{\alpha}{2},k}$ – квантиль распределения Стьюдента для уровня значимости α и числа степеней свободы $V_{\text{пост}V_{\text{потр}i}}$ – групповая средняя [19]:

$$V_{\text{пост}V_{\text{потр}i}} = \frac{\sum_{i=1}^n f(x_i)}{n}; \quad (6)$$

$S_{\bar{V}_{\text{пост}}}$ – стандартная ошибка условного среднего:

$$S_{\bar{V}_{\text{пост}}} = S_{\text{ост}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(V_{\text{потр}} - \bar{V}_{\text{потр}})^2}{\sum_{i=1}^n (V_{\text{потр}i} - \bar{V}_{\text{потр}})^2}} \quad (7)$$

Статистическая обработка включает в себя регрессионный анализ потребления энергоресурсов при нахождении целевой функции линейной регрессии по данным о суммарном потреблении за каждый период. Линейная регрессионная модель может быть выбрана для упрощения, однако с учетом особенностей ЭСМК может использоваться нелинейная модель, например, полиномиальная, гиперболическая, степенная, экспоненциальная и др.

Примером рекомендаций в нормативно-технической документации по применению регрессионного анализа является как Российский стандарт СТО 001-2014 [20], так и его англоязычные аналоги [21-23], реализующие вычисление объём снижения потребления энергоресурсов относительно базового уровня.

Для оценки адекватности полученной регрессионной модели целесообразно применять показатель MAPE [24] (the mean absolute percentage error, средний абсолютный процент ошибки) рассчитывающийся по формуле:

$$\varepsilon_{\text{MAPE}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{y_t - \bar{y}_t}{y_t} \right| \cdot 100\% \quad (8)$$

где y_t – фактическое значение прогнозируемого фактора в момент времени t ; \bar{y}_t – прогнозное значение фактора в момент времени t ; N – глубина набора статистических данных.

Недостатками являются, например,

- сложность при учёте таких разовых расходы ТЭР, как недоучёт, выход из строя приборов учёта, аварии, плановые отключения и пр.

- сложность в учёте дрейфа точности приборов учёта энергоресурсов.

Способ наиболее удобен для краткосрочных и технологически несложных прогнозов, реализуемых на малых и средних объектах. Преимуществами способа являются:

- способность работать с разнородными данными и данными различной точности;
- способ разделяет факторы на значимые и зависимые.

Получение регрессионной зависимости позволяет также получить значения некоторых важных переменных: множественный R ; коэффициент детерминации R^2 ; нормированный R^2 ; стандартная ошибка; t -критерий Стьюдента и p –уровень значимости; F – критерий Фишера, число степеней свободы df , p –уровень значимости и пр.

Анализ осуществляется посредством выявления коллинеарных факторов при составлении корреляционной матрицы. Если $|r_{x_j x_i}| > 0.7$, то x_i и x_j признаются взаимозависимыми и один из них должен быть исключён в последующем анализе. После очищения от набора входных факторов от коллинеарных выполняется составление регрессионного уравнения только с одной переменной, имеющей наибольший $|r_{x_j x_i}|$. В последующих итерациях в регрессионное уравнение вводится следующая переменная с наибольшим из оставшихся $|r_{x_j x_i}|$.

Для создания некоторого диапазона значений изменяющихся величин, примем погрешности средств измерений теплотехнического контроля. В данной работе были выбраны дешёвые приборы с наибольшей погрешностью из представленных заводом средств измерений. В качестве завода изготовителя был выбран ООО «ПО Овен» [25]. Всего для создания математической модели было использовано 18 единиц средств теплотехнического контроля и измерений. [26].

Для решения данной задачи принимается тип источника теплоты – ПГУ. Заданные параметры ПГУ: $G_{кт}=81,3$ кг/с, $\varphi=0,994$, $h_4=176,790$ кДж/кг, $h_{кт}=133,156$ кДж/кг.

Параметры газов на входе в котёл-утилизатор: $\beta_{\Gamma} = 1,177$, $\vartheta_{кт} = 546,33$, $\mu_{\Gamma} = 28,356$.

Величина $h_{кт}$ определяется по формуле:

$$h_{кт} = \frac{\mu \cdot h_{кт}}{\mu_{\Gamma}}, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (9)$$

Величина $Q_{гвто}$ определяется по формуле:

$$Q_{гвто} = G_{кт} \cdot (h_4 - h_{yx}) \cdot \varphi = G_{св} \cdot (h_{пс} - h_{ос}) \quad (10)$$

Энтальпии прямой и обратной сетевой воды:

$$h_{пс} = t_1 \cdot c_p \quad (11)$$

$$h_{ос} = t_2 \cdot c_p. \quad (12)$$

На основании (9) – (12) определяем расход дымовых газов как функцию от переменных величин прямой и обратной температур сетевой воды:

$$G_{кт} = \frac{(t_1 - t_2) \cdot G_{св} \cdot c_p}{(h_{кт} - h_{yx}) \cdot \varphi} \quad (13)$$

Определим теплосоппротивление для 1 участка теплопровода:

$$R_{из} = \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{D}{d} = 0,184 \quad \text{м} \cdot \text{°C} / \text{Вт}. \quad (14)$$

По эмпирической формуле Шубина [3 с.81] рассчитаем сопротивление грунта $R_{кгр}$ и далее найдем температуру воздуха в первой части канала (от ПГУ до ЦТП):

$$R_{кгр} = \frac{\ln \left[3,5 \cdot \frac{h}{a} \cdot \left(\frac{a}{b} \right)^{0,25} \right]}{5,7 \cdot 0,5 \cdot \frac{a}{b} \cdot \lambda_{гр}} = 0,116 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}. \quad (15)$$

$$t_{к1} = \frac{\frac{t_1}{R_{из}} + \frac{t_2}{R_{из}} + \frac{t_{гр}}{R_{кгр}}}{\frac{1}{R_{из}} + \frac{1}{R_{из}} + \frac{1}{R_{кгр}}} = 46,926^{\circ} \quad (16)$$

Определим расход и температуры теплоносителя в конце участка:

$$t_3 = t_{к1} + (t_1 - t_{к1}) \cdot e^{\frac{-(1+\beta) \cdot L_1}{R_{из} \cdot c_p \cdot G}} = 88,62 \text{ °C} \quad (17)$$

$$t_4 = \frac{t_2 - t_{к1}}{-(1+\beta)*L_1} + t_{к1} = 75,93 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (18)$$

Второй участок (от ЦТП до ИТП). Расчет для этого участка проводится аналогичным образом: $t_3 = 88,62 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_4 = 75,93 \text{ } ^\circ\text{C}$. Тогда, рассчитаем температуру воздуха во втором участке канала: $t_{к2} = 46,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ рассчитаем температуры теплоносителя в конце участка: $t_5 = 88,15 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Третий участок (от ИТП до трубы): так как принцип проложения системы изменился, рассчитаем термосопротивление изоляции трубопровода для данного участка:

$$R_{из} = \frac{1}{2\pi*\lambda} * \ln \frac{D}{d} = 0,273 \text{ м}^\circ\text{C/ Вт.} \quad (19)$$

Рассчитаем температуру в батарее в самом дальнем помещении здания (в конце участка трубопровода):

$$t_{бат} = t_{вр} + (t^5 - t_{вр}) * e^{\frac{-(1+\beta)*L_3}{R_{из}*c_p*G}} = 87.7 \text{ } ^\circ \quad (20)$$

Параметры теплоносителя соответствуют требованиям СНиП 41-01-2003 [3, раздел 6, пункт 6.1.2].

3. Результаты

На основании (13-20) запишем математическую модель, учитывающую зависимость расхода газов от температуры в помещении потребителя с учетом погрешностей средств измерений:

$$G_{кт} = \frac{(t_{бат}*k)*G_{св}*c_p}{(h_{кт} - h_{ух})*\varphi}, \quad (21)$$

где k – коэффициент потерь температуры на протяжении системы отопления, от источника до потребителя=0,2.

Для обучения нейросети составим массив данных с учетом всех погрешностей приборов измерения и контроля. На рис. 2 представлены графики прогнозируемых данных и действительных.

Для обучения нейросети составим массив данных с учетом всех погрешностей приборов измерения и контроля. На рис. 2 представлены графики прогнозируемых данных и действительных.

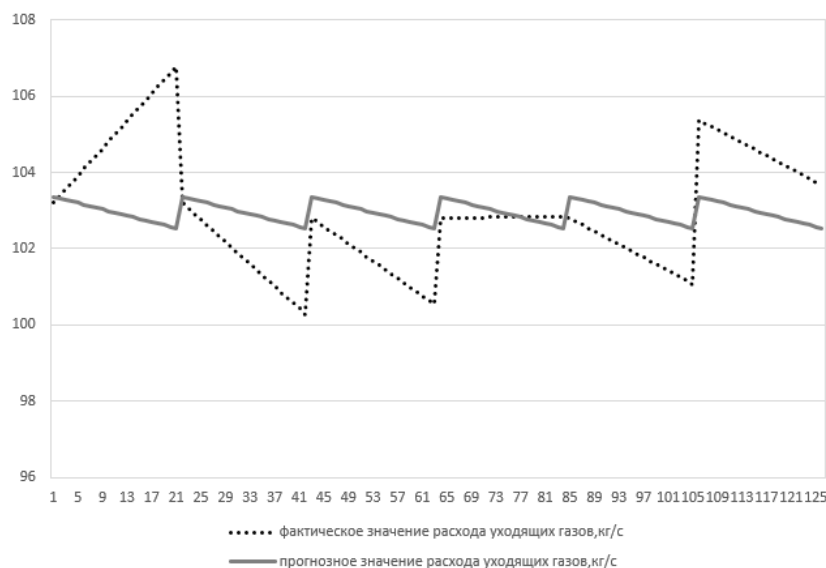


Рис. 2. Результаты работы нейросети

4. Анализ полученных результатов

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что области работы с большой погрешностью средств теплотехнического контроля значительно отличаются от прогнозируемых данных нейросети. Области со средним значением погрешностей удовлетворяют прогнозируемым данным. На основании всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что использование дешевых технических средств теплотехнического контроля и регулирования с достаточно большой погрешностью не целесообразно.

5. Заключение

Проанализировано влияние погрешностей измерительных приборов в тепловой схеме на точность регулирования. Разработан математический аппарат, выражающий зависимость величины расхода уходящих газов на входе в котел утилизатор и температуры теплоносителя в устройстве обогрева в самом дальнем помещении анализируемого здания. Таким образом, оптимизация АСУ системы теплоснабжения с применением статистического подхода на примере здания учебно-лабораторного корпуса показывает возможность повышения точности регулирования АСУ системы отопления, в случае использования более точных приборов измерения и контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коммерческий сайт компании ООО «МОЭК», температурный график магистральных тепловых сетей ПАО «МОЭК» на отопительный сезон 2020/2021 гг, // Электрон. дан. 2022. – Режим: доступа: https://online.moek.ru/_downloads/tempgrafiks/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%20%D0%A2%D0%AD%D0%A6_%D0%A0%D0%A2%D0%A1_%D0%9A%D0%A2%D0%A1_%D0%9C%D0%9A%20%D1%83%D1%82%D0%B2%20%D0%9F_%D0%9F_%D0%91%D0%B8%D1%80%D1%8E%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%BC.pdf
2. Методика расчета тепловых схем газотурбинных и парогазовых электростанций / С.В. Цанев, В.Д. Буров, М.А.Соколова, В.Е. Торжков. –М.: Издательство МЭИ, 2004. –48 с.
3. Поливода, Ф.А. Надежность систем теплоснабжения городов и предприятий легкой промышленности [Текст] / Ф.А. Поливода – М.: ИНФРА-М, 2017. – 170 с.
4. СНиП 41-01-2003. Отопление,вентеляция и кондиционирование [Текст]. – Взамен СНиП 2.04.05-91; Введ. с 01.01.2004 – М.: Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России), 2004. – 54 с.
5. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок (утв. приказом Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. N 115) [Текст]. Введ. с 01.10.2003 – М.: Министерство энергетики Российской Федерации, 2003. – 202 с.
6. СО 34.35.101-2003. Методические указания по объему технологических измерений, сигнализации, автоматического регулирования на тепловых электростанциях; Введ. с 01.09.2004 – М.: ЦПТИ ОРГРЭС, 2004. – 98 с.
7. Манусов В.З., Могиленко А.В., Костромин В.П. Анализ и прогнозирование электропотребления в энергосистемах при интервальном характере исходных данных // Проблемы энергетики #1. 2003.
8. Капустин, Е. И. Решение некоторых классов математических задач в программе Excel. URL: <http://old.exponenta.ru/educat/systemat/kapustin/011.asp> (дата обращения: 25.02.2017).
9. Методика прогнозирования объемов потребления электрической энергии и свободных (нерегулируемых) цен на электрическую энергию на оптовом рынке / Некоммерческое партнерство «Совет рынка по организации эффективной системы оптовой и розничной торговли электрической

энергией и мощностью»

10. Решение задачи для определения зависимостей потерь мощности в несимметричных режимах методом наименьших квадратов. А. В. Дед, Е. Г. Андреева

11. Калиткин Н. Н. Аппроксимация: численные методы / Под ред. Г. М. Лизнева. М.: Информационные системы в экономике, 2008. 400 с.

12. Крянев, А. В., Лукин Г. В., Удумян Д. К. Метрический анализ и обработка данных. М.: Физматлит, 2012. 308 с.

13. Статистические методы анализа [учеб. пособие] / И. С. Шорохова, Н. В. Кисляк, О. С. Мариев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 300 с.

14. Максимюк Е.В. Математическое моделирование для поддержки принятия решений в области обеспечения энергетической эффективности / Е.В. Максимюк, В.С. Микшина // Качество. Инновации. Образование. – 2014. – № 8. – С. 54–63

15. Розанов Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика. – Наука, 1985

16. Максимюк Е.В. Прогнозирования зависимых контролируемых параметров работы источников теплоснабжения // Современные проблемы науки и образования. –2014. – № 6 (приложение «Технические науки»). – С. 22

17. Адамова Е.Ф. «Корреляционно-регрессионный анализ в экономических приложениях» - М.: 1998

18. Колемаев В.А., Староверов О.В., Турундаевский В.Б. «Теория вероятностей и математическая статистика» - М.: 1991

19. А. В. Кычкин, Г. П. Микрюков, Метод обработки результатов мониторинга группы энергопотребителей. Энергоресурсосбережение и энергоэффективность № 6 (72) 2016, ноябрь-декабрь стр. 9-14. DOI 10.18635/2071-2219-2016-6-9-14

20. СТО 001-2014 «Измерения и верификация энергетической эффективности», 2014.

21. Международный протокол измерения и верификации эффективности. Концепция и опции для расчета объемов экономии энергетических ресурсов и воды. Том 1. Организация по оценке эффективности. EVO 10000 – 1:2010 (RU). 2010 г. (Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings, Volume I, 2010: Russian)

22. Стандарты энергоэффективности в Европе и Германии. - InstituteforMarketTransformation. http://kz.beeca.net/userfiles/files/Building%20Codes%20in%20Germany_RUSSIAN.doc

23. Energy Efficiency - Made in Germany, Energy Efficiency in Industry and Building Services Technology, Federal Ministry of Economics and Technology (BMW), WagemannMedien GmbH, Berlin, September 2008

24. Елисеева И. И. Курышева С. В. Костеева Т. В. Бабаева И. В. Михайлов Б. А. Эконометрика. Учебник под ред. И. И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика.

25. СанПиН 2.1.2.2645-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях» [Текст]. – Взамен СанПиН 2.1.2.1002-00. Введ. с 15.08.2010 – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.– 27 с.

26. Коммерческий сайт компании ООО «ПО Овен», каталог продукции, дата обращения: 15 июня 2022 года, URL: <https://owen.ru/catalog>

APPLICATION OF THE STATISTICAL APPROACH IN OPTIMIZING THE ACS OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM IN THE EDUCATIONAL AND LABORATORY BUILDING

¹Guzhov Sergey Vadimovich, Ph.D. in Technology, docent of the Department of Automated Process Control Systems

²Torop Darya Vladimirovna, master student

³Geller Boris Lvovich., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

^{1,2}Moscow Power Engineering Institute, Moscow, Russia,

e-mail: ¹GuzhovSV@mpei.ru; ²ToropDV@mpei.ru

³Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: geller149@yandex.ru

The purpose of this work is to optimize the functioning of the automated control system of the heat supply system. The connection between the flow rate of flue gases at the inlet to the waste heat boiler and the temperature of the heat carrier at the far point of the consumer is subject to adjustment.

At the moment, the practice of regulating the generated heat at the source, depending on the parameters directly at the consumer, is not used. Such a system could significantly reduce production raw material costs and provide comfortable conditions for the consumer without additional automatic heat control systems (CART), which are not included in the basic heat supply system.

УДК 303.725.33

СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РАНГОВЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

¹Луценко Дмитрий Владимирович, канд. техн. наук, доцент, научный сотрудник

²Геллер Борис Львович, канд. техн. наук, доцент

¹Технопарк ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: lutsenko@bk.ru

²Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия, e-mail: geller149@yandex.ru

Изложена методика прогнозирования процессов в социально-экономических системах на основе последовательности ранговых параметрических распределений, отличающаяся от известных применением сдвиговой процедуры. Это позволяет определять параметры обобщённой регрессионной зависимости, характеризующей связь между двумя ранговыми параметрическими распределениями в их последовательности. Представлена реализация предложенной методики в пакете Mathcad на основе данных по электропотреблению одного из предприятий Калининградской области.

Введение

Свойство негауссовости выборок данных, описывающих поведение социально-экономических систем, не позволяет использовать оценки, основанные на статистическом среднем и дисперсии. Для преодоления этого разработан и активно развивается ранговый анализ, центральное место

в котором занимают модель технoценoза и аппарат ранговых распределений [1, 2]. Ранговое распределение представляет собой невозрастающую последовательность значений параметров, поставленных в соответствие рангам. Примером исследуемой социально-экономической системы может выступать регион, город, корпоративный или региональный электротехнический комплекс, территориально-распределённый производственный комплекс, а в качестве параметра – электропотребление кВт·ч / за интервал времени (далее – ЭП), потребление тепла, газа и др. Объектом анализируемой системы выступает пространственно-технологический кластер, имеющий собственный приборный учёт, а также подсистему управления в лице руководителя (начальника) или другого ответственного сотрудника.

Рассмотрим результат функционирования системы по параметру электропотребления, характеризующийся таблицей данных (рис. 1), в которой номер строки соответствует номеру объекта, номер столбца номеру временного интервала, а значение в ячейке таблицы – электропотреблению объекта за исследуемый интервал времени (час, месяц, квартал, год).

Номер объекта	t	t+1	t+2	...	T-1	T
1	$W_{1,t}$	$W_{1,(t+1)}$	$W_{1,(t+2)}$	...	$W_{1,(T-1)}$	$W_{1,T}$
2	$W_{2,t}$	$W_{2,(t+1)}$	$W_{2,(t+2)}$	...	$W_{2,(T-1)}$	$W_{2,T}$
3	$W_{3,t}$	$W_{3,(t+1)}$	$W_{3,(t+2)}$	...	$W_{3,(T-1)}$	$W_{3,T}$
4	$W_{4,t}$	$W_{4,(t+1)}$	$W_{4,(t+2)}$	...	$W_{4,(T-1)}$	$W_{4,T}$
...
n	$W_{n,t}$	$W_{n,(t+1)}$	$W_{n,(t+2)}$	...	$W_{n,(T-1)}$	$W_{n,T}$

Рис. 1. Таблица исходных данных по параметру электропотребления (ЭП)

Утверждается, что между объектами имеется сложный, трудно формализуемый механизм взаимодействия, который влияет на закономерности в данных по ЭП и обусловлен, как влиянием внешней среды, так и строением самой социально-экономической системы. Поставим задачу разработки методики прогнозирования для рассматриваемой системы, учитывающей указанные явления на системном уровне, основанную на аппарате ранговых распределений.

1 Прогнозирование последовательности ранговых параметрических распределений

Итак, на основе таблицы данных (рис.1) путём применения операции ранжирования в убывающей последовательности построим таблицу ранговых параметрических распределений (рис. 2), в которой номер строки соответствует значению ранга, номер столбца номеру временного интервала, а значение в ячейке таблицы – электропотреблению ранга за исследуемый интервал времени (час, месяц, квартал, год). Отдельный столбец таблицы (рис. 2) представляет собой ранговое параметрическое распределение, характеризующее ЭП системы в целом за определённый временной интервал.

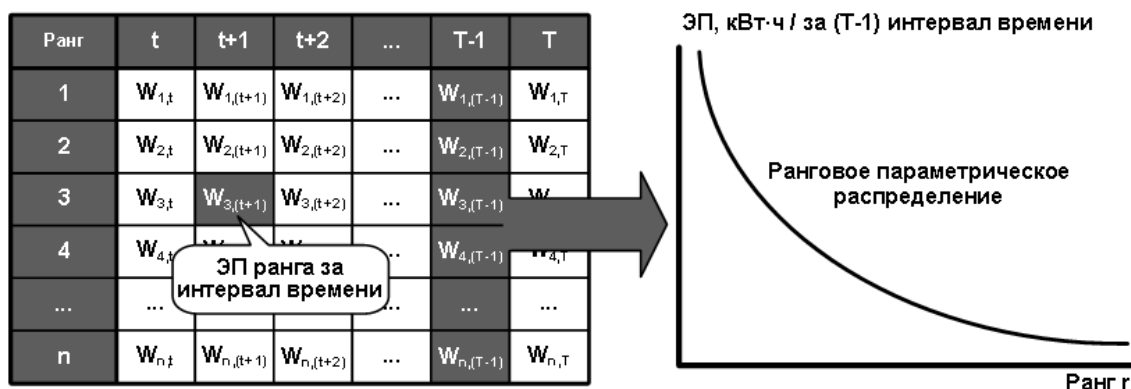


Рис. 2. Таблица ранговых параметрических распределений по ЭП

Аналитически таблицу ранговых параметрических распределений (рис. 2) удобно представлять матрицей ранговых параметрических распределений:

$$\mathbf{W}_r = \|\|w_{r,t}\|_{r,t=1}^{n,T}, \quad (1)$$

где n – количество объектов системы, T – количество временных интервалов.

Для решения задачи прогнозирования матрицу ранговых параметрических распределений преобразуем в последовательность ранговых параметрических распределений:

$$\mathbf{W}_r(t) = \mathbf{W}_{r,1}, \mathbf{W}_{r,1}, \dots, \mathbf{W}_{r,1} = [\mathbf{W}_{r,t}]_{t=1}^T, \quad (2)$$

где $\mathbf{W}_{r,1} = \|w_r\|_{r=1}^n$ – первый столбец матрицы (1), соответствующий ранговому параметрическому распределению первого момента времени; T – длина последовательности.

Графически последовательность ранговых параметрических распределений $\mathbf{W}_r(t)$ (2) представляется трёхмерной ранговой параметрической поверхностью в координатах ранг-параметр-время (рис. 3)

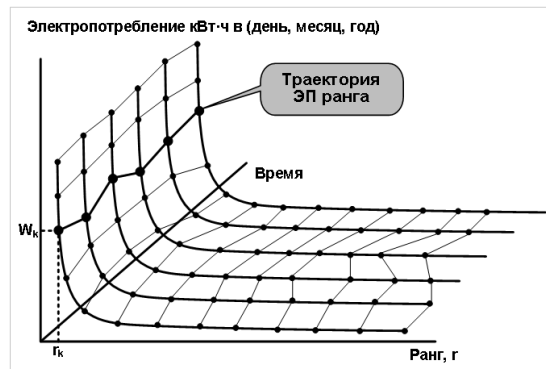


Рис. 3. Ранговая параметрическая поверхность

Констатируется, что форма ранговой параметрической поверхности является устойчивой, а между ранговыми параметрическими распределениями имеется сильная статистическая связь. На этом утверждении предложим методику прогнозирования ранговой параметрической поверхности на основе последовательной сдвиговой процедуры.

Для построения методики прогнозирования воспользуемся регрессионной зависимостью в матричной форме:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{w}^T \cdot \mathbf{X} + b + \mathbf{E}, \quad (3)$$

где \mathbf{w} – вектор коэффициентов; b – значение порога; \mathbf{X} – вектор независимых переменных; \mathbf{E} – вектор ошибок; \mathbf{Y} – вектор зависимых переменных.

Зададим произвольный момент времени t и приравняем два ранговых параметрических распределения из последовательности (2) $X = \mathbf{W}_{r,t-1}$, $Y = \mathbf{W}_{r,t}$. Определим параметры регрессионной зависимости w и b (3). Тогда при условии, что зависимость сохранится в будущем, оценка прогнозного рангового параметрического распределения в момент времени $(t+1)$ $\widehat{\mathbf{W}}_{r,t+1}$ определяется следующим образом:

$$\widehat{\mathbf{W}}_{r,t+1} = \mathbf{w}^T \cdot \mathbf{W}_{r,t} + b. \quad (4)$$

Выражения (3), (4) представляют собой аналитическую основу прогнозирования рангового параметрического распределения на основе трёхмерной ранговой параметрической поверхности (рис. 3) на шаг вперёд. Отрицательным в прогнозе на шаг вперёд является то, что регрессионная

зависимость (3) характеризует связь между двумя соседними ранговыми параметрическими распределениями в последовательности (2) и не отражают функционирование системы в исследуемом временном интервале. Для устранения этого недостатка введём в рассмотрение последовательную сдвиговую процедуру (рис. 4), в которой формируется последовательность векторов независимых переменных $X(t) = W_{r,t}, W_{r,t+1}, \dots, W_{r,T-1}$ и последовательность векторов зависимых переменных $Y(t) = W_{r,t+1}, W_{r,t+2}, \dots, W_{r,T}$. Очевидно, что последовательность зависимых переменных $X(t)$ сдвинута относительно последовательности независимых переменных $Y(t)$ на один временной лаг.

Ранг	t	t+1	t+1	t+2	t+2	t+3	...	T-1	T
1	$W_{1,t}$	$W_{1,t+1}$	$W_{1,t+1}$	$W_{1,t+2}$	$W_{1,t+2}$	$W_{1,t+3}$	...	$W_{1,T-1}$	$W_{1,T}$
2	$W_{2,t}$	$W_{2,t+1}$	$W_{2,t+1}$	$W_{2,t+2}$	$W_{2,t+2}$	$W_{2,t+3}$	...	$W_{2,T-1}$	$W_{2,T}$
3	$W_{3,t}$	$W_{3,t+1}$	$W_{3,t+1}$	$W_{3,t+2}$	$W_{3,t+2}$	$W_{3,t+3}$	...	$W_{3,T-1}$	$W_{3,T}$
4	$W_{4,t}$	$W_{4,t+1}$	$W_{4,t+1}$	$W_{4,t+2}$	$W_{4,t+2}$	$W_{4,t+3}$	...	$W_{4,T-1}$	$W_{4,T}$
...
n	$W_{n,t}$	$W_{n,t+1}$	$W_{n,t+1}$	$W_{n,t+2}$	$W_{n,t+2}$	$W_{n,t+3}$	...	$W_{n,T-1}$	$W_{n,T}$
	X_1	Y_1	X_2	Y_2	X_3	Y_3	...	X_m	Y_m

Рис. 4. Схема последовательной сдвиговой процедуры

Далее путём последовательной конкатенации получим из последовательностей $X(t)$ и $Y(t)$ обобщённые вектор независимых X^* и вектор зависимых Y^* переменных на основе следующих выражений:

$$X^* = \begin{cases} X_k, & k = 1; \\ \begin{bmatrix} X^* \\ X_k \end{bmatrix}, & k = 2, \dots, m, \end{cases} \quad Y^* = \begin{cases} Y_k, & k = 1; \\ \begin{bmatrix} Y^* \\ Y_k \end{bmatrix}, & k = 2, \dots, m, \end{cases} \quad (5)$$

где m – длина последовательности; $[]$ – операция конкатенации.

Таким образом, с использованием описанной сдвиговой процедуры получены два обобщённых вектора независимых X^* и зависимых Y^* переменных. Зависимость между данными векторами отражает связь между двумя последовательными ранговыми параметрическими распределениями в последовательности $W_r(t)$ (2) в анализируемом для построения прогноза временном интервале. Устанавливая связь между данными векторами с использованием различных методов и алгоритмов (искусственных нейронных сетей, машины опорных векторов, полиномов и т.д.), применяя процедуры перекрёстной проверки, можно построить достаточно точный прогноз с заданным горизонтом.

Рекуррентный прогноз на основе зависимости (3) строится по выражению вида:

$$\widehat{W}_r(k) = \begin{cases} w^T \cdot W_{r,t} + b, & k = 1; \\ w^T \cdot \widehat{W}_{r,(k-1)} + b, & k = 2, \dots, P, \end{cases} \quad (6)$$

где $\widehat{W}_r(k)$ – последовательность прогнозных ранговых параметрических распределений; k – шаг прогноза; P – горизонт прогнозирования; $W_{r,t}$ – последнее известное, фактическое ранговое параметрическое распределение, соответствующее моменту прогнозирования T .


2. Пример прогнозирования последовательности ранговых параметрических в среде пакета Mathcad по реальным данным

Рассмотрим реализацию предложенной методики прогнозирования на примере данных одного из предприятий Калининградской области, основанную на гипотезе о полиномиальной зависимости между двумя последовательными ранговыми параметрическими распределениями в последовательности $W_r(t)$ (2).

Задание начала отсчёта.

ORIGIN := 1

Импорт, сортировка данных, построение трёхмерной ранговой параметрической поверхности (рис. 5).

```
Data :=  Zipf (M) := | for i ∈ 1.. cols(M)
                | N<sup>i</sup> ← reverse (sort (M<sup>i</sup>))
                | N
                W := Zipf (Data)
```

В импортированной матрице данных Data номера строк соответствуют номерам объектов, номера столбцов номерам временных интервалов. В матрице ранговых параметрических распределений W номера строк соответствуют рангам, номера столбцов номерам временных интервалов.

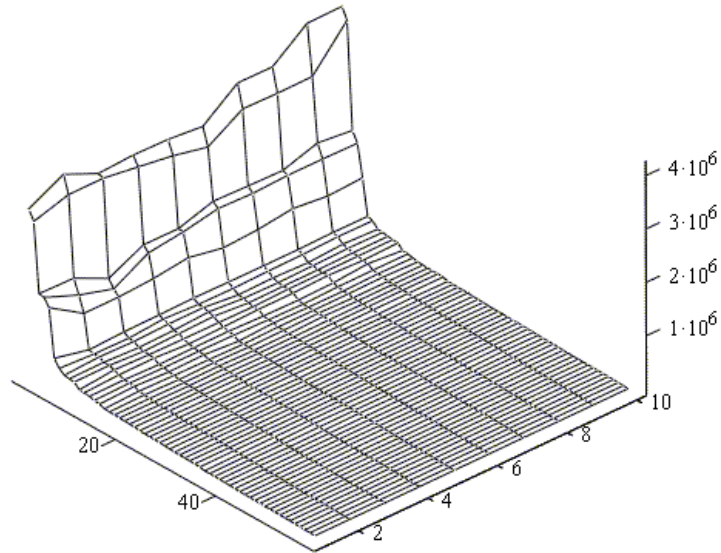


Рис. 5. Фактическая трёхмерная ранговая параметрическая поверхность: абсцисса – ранг; ордината – время; аппликата – ЭП кВт·ч в год

Метод LSF(X, Y, power) по методу наименьших квадратов определяет вектор коэффициентов полиномиальной зависимости, где X вектор независимых, Y вектор зависимых переменных, power степень полинома.

```
LSF(X, Y, power) := | I ← matrix (rows (X), 1, f(x, y) ← 1)
                    | for i ∈ 0.. power
                    | | U ← I if i = 0
                    | | U ← augment (U, X<sup>i</sup>) otherwise
                    | F ← (U<sup>T</sup> · U)<sup>-1</sup>
                    | F · (U<sup>T</sup> · Y)
```

Метод Forecast(coeff, X) с использованием вектора коэффициентов полиномиальной зависимости coeff по выражению (3) на основе вектор независимых переменных X возвращает вектор зависимых переменных.

```
Forecast(coeff ,X) :=
| I ← matrix (rows(X) ,1 ,f(x,y) ← 1)
| power ← rows(coeff) - 1
| for i ∈ 0.. power
|   | U ← I if i = 0
|   | U ← augment (U ,Xi) otherwise
| U·coeff
```

Метод ShiftXY(W) реализует сдвиговую процедуру и на основе матрицы ранговых параметрических распределений W формирует матрицу XY, в которой первый столбец есть обобщённый вектор независимых переменных X* (5), а второй столбец – обобщённый вектор зависимых переменных Y* (5).

```
ShiftXY (W) :=
| for i ∈ 2.. cols(W)
|   | S ← augment (W<i-1> , W<i>)
|   | T ← if (i = 2 , S , stack(T , S))
| T
XY := ShiftXY (W)
```

Рассчитаем вектор коэффициентов полиномиальной зависимости первой степени.

$$\text{Coeff} := \text{LSF}(XY^{(1)}, XY^{(2)}, 1) = \begin{pmatrix} -3.926 \times 10^3 \\ 1.026 \end{pmatrix}$$

Зададим вектор единиц.

```
I := matrix (rows(XY) ,1 ,f(x,y) ← 1)
```

Определим вектор теоретических значений зависимых переменных на основе полиномиальной зависимости и построим график (рис. 6).

```
YT := augment (I , XY<1>)·Coeff
```

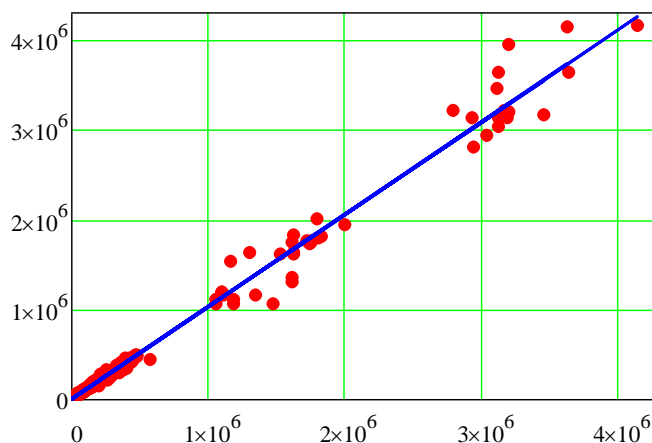


Рис.6. График обобщённой регрессионной зависимости:
абсцисса – значения независимых переменных; ордината – значения зависимых переменных;
точки – эмпирические данные; линия – теоретическая кривая регрессионной зависимости

Вид графика (рис. 6) в общем виде подтверждает гипотезу о практически линейной связи между двумя ранговыми параметрическими распределениями в последовательности.

Метод PP(XY, deer, power) на основе матрицы XY по выражению (6) строит прогнозную матрицу ранговых параметрических распределений, где deer есть горизонт прогнозирования, power степень полиномиальной зависимости, Z ранговое параметрическое распределение, соответствующее моменту прогнозирования.

```

PP (XY ,deep ,power ,Z) :=
  X ← XY(1)
  Y ← XY(2)
  coeff ← LSF(X, Y ,power)
  for i ∈ 1.. deep
    F ← Forecast(coeff ,Z)
    Result(i) ← Z
    Z ← F
  Result

```

Выполним прогнозирование последовательности ранговых параметрических распределений со следующими параметрами: степень полинома 2, горизонт прогнозирования 3 (рис. 7).

$$Z := W^{\langle \text{cols}(W) \rangle}$$

$$W2 := PP(XY, 3, 2, Z)$$

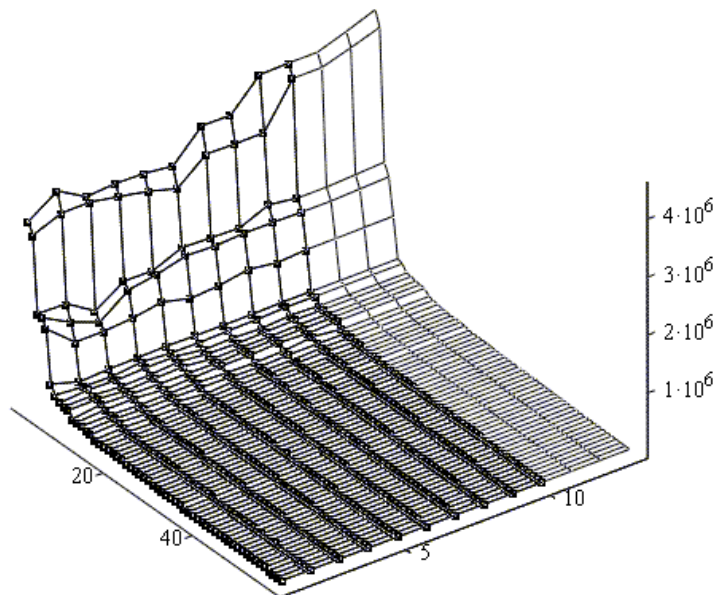


Рис.7. Прогнозирование трёхмерной ранговой параметрической поверхности: фрагмент поверхности с квадратами – фактические данные; фрагмент поверхности без квадратов – прогнозные данные

Для того, чтобы оценить преимущество предложенной методики по сравнению с «традиционными» техноэкономическими методами прогнозирования раскроем их суть [2, 3, 4]. Здесь центральное место занимает аппроксимация каждого рангового параметрического распределения в последовательности $W_r(t)$ (2) на основе стандартной зависимости вида:

$$w(r) = W_1/r^\beta, \quad (7)$$

где W_1 – первая точка; β – ранговый коэффициент.

После чего получают две временные последовательности $W_1(t) = [W_{1t}]_{t=1}^T$ первой точки и $\beta(t) = [\beta_t]_{t=1}^T$ рангового коэффициента. На основе данных выражений прогнозирование последовательности ранговых параметрических распределений $W_r(t)$ (2) осуществляется по следующему выражению:

$$w(r, t) = W_1(t)/r^{\beta(t)}. \quad (8)$$

Как представляется, основным недостатком «традиционных» техноценологических методов прогнозирования на основе выражений (7), (8) является необходимость трёх аппроксимаций: сначала ранговых распределений по выражению (7), затем последовательностей первой точки и рангового коэффициента. Это при проецировании прогнозных значений на отдельные объекты, особенно в области максимальных рангов, приводит к существенным ошибкам.

Предлагаемая в статье методика прогнозирования, основанная на последовательной сдвиговой процедуре, использует только одну аппроксимацию в выражении (3), устанавливающую связь между обобщённым вектором независимых переменных X^* и обобщённым вектором зависимых переменных Y^* . Однако, представленный в статье пример реализации в пакете Mathcad, основанный на определении коэффициентов полиномиальной зависимости по методу наименьших квадратов, требует существенных вычислительных затрат для нахождения обратной матрицы.

Выполним анализ ошибок, сопоставив фактическую ранговую параметрическую поверхность и восстановленную, полученную с использованием метода $PT(W, XY, power)$. В данном методе параметр W есть матрица ранговых параметрических распределений, XY матрица, в которой первый столбец обобщённый вектор независимых, второй зависимых переменных, $power$ степень полиномиальной зависимости.

$$PT(W, XY, power) := \left\{ \begin{array}{l} X \leftarrow XY^{(1)} \\ Y \leftarrow XY^{(2)} \\ coeff \leftarrow LSF(X, Y, power) \\ \text{for } i \in 1..cols(W) - 1 \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} F \leftarrow Forecast(coeff, W^{(i)}) \\ Result^{(i)} \leftarrow F \\ Z \leftarrow F \end{array} \right. \\ Result \end{array} \right. \quad W3 := PT(W, XY, 2)$$

Выделим необходимую матрицу фактических значений, удалив первый столбец.

$$Fact := submatrix(W, 1, rows(W), 2, cols(W))$$

Вычислим матрицу относительных ошибок, преобразуем её в вектор и построим гистограмму на основе вектора относительных ошибок восстановления (рис. 8).

$$E := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..rows(Fact) \\ \quad \text{for } j \in 1..cols(Fact) \\ \quad \quad e_{i,j} \leftarrow \frac{100 \cdot |Fact_{i,j} - W3_{i,j}|}{Fact_{i,j}} \\ e \end{array} \right. \quad \underline{V} := \left\{ \begin{array}{l} \text{for } i \in 1..cols(E) \\ \quad \left\{ \begin{array}{l} a \leftarrow E^{(i)} \quad \text{if } i = 1 \\ a \leftarrow stack(a, E^{(i)}) \quad \text{otherwise} \end{array} \right. \\ a \end{array} \right.$$

$$\underline{H} := histogram(15, V)$$

$$\underline{H}^{(2)} := \frac{H^{(2)}}{rows(V)}$$

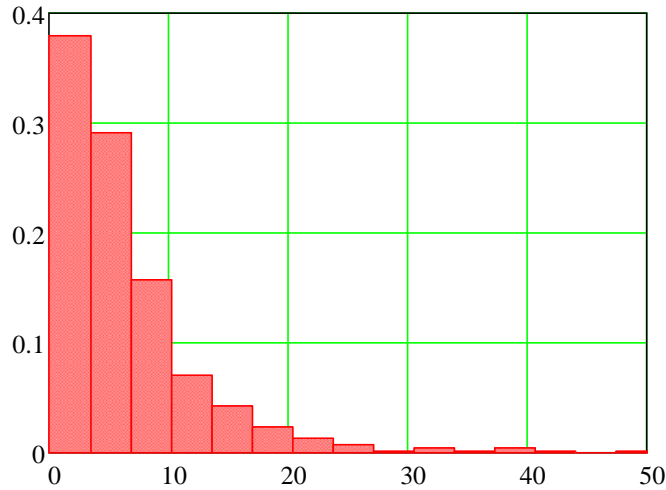


Рис.8. Гистограмма ошибок восстановления:
абсцисса – значение относительной ошибки; ордината – относительная частота

Оценим ошибку восстановления за систему в целом для каждого рангового параметрического распределения в последовательности.

$$j := 1.. \text{cols}(\text{Fact}) \quad E1_j := 100 \cdot \frac{\left| \sum \text{Fact}^{\langle j \rangle} - \sum W3^{\langle j \rangle} \right|}{\sum \text{Fact}^{\langle j \rangle}}$$

$$E1^T = (1.578 \quad 7.653 \quad 4.18 \quad 1.658 \quad 2.026 \quad 4.199 \quad 1.132 \quad 3.679 \quad 0.94)$$

Таким образом, с использованием предложенной методики и алгоритма сдвиговой процедуры имеется возможность строить более точный прогноз на основе матрицы ранговых параметрических распределений. Судя по гистограмме (рис. 8), существенная часть относительных ошибок восстановления в рангах (примерно 85 %) не превышает 10 %. При этом ошибка восстановления за систему в целом не превышает 8 %.

Оценённые ошибки прогнозирования будем характеризовать как параметрические, так как они обусловлены ограниченностью того или иного метода прогнозирования точно описывать конфигурацию трёхмерной ранговой параметрической поверхности.

Имея в распоряжении прогнозное ранговое параметрическое распределение, необходимо спроецировать (сопоставить) значения в рангах соответствующим объектам системы, т.е. точно указать каждому из объектов системы в каком он окажется ранге на определённом шаге прогнозирования. Для этого необходимо использовать соответствующую ранговую конфигурацию или их последовательность.

3 Прогнозирование ранговых конфигураций

Основанное на явлении ранговой динамики понятие ранговой конфигурации и их классификация введены и подробно рассмотрены в работах [5, 6]. В прогнозировании применяют две ранговые конфигурации: ранговое отображение π и сдвиговое ранговое отображение σ . Ранговое отображение $\pi: I \rightarrow R$ устанавливает взаимно однозначное соответствие между множеством объектов $I = \{\overline{1, n}\}$ и множеством рангов $R = \{\overline{1, n}\}$. Несмотря на то, что объекты и ранги размечены при помощи одно и того же множества $\{\overline{1, n}\}$, важно понимать их разную интерпретацию. Так как ранговые конфигурации заданы на множестве $\{\overline{1, n}\}$ для решения практических задач полезно их рассматривать как подстановки, над которыми можно выполнять действия: возведение в степень, умножение, взятие обратной подстановки.

Итак, при построении последовательности ранговых параметрических распределений $W_r(t)$ (2) можно определить соответствующую ей последовательность ранговых отображений:

$$\pi(t) = \pi_{t_1}, \pi_{t_2}, \dots, \pi_T = [\pi_t]_{t=1}^T. \quad (9)$$

Путём выполнения операции левого умножения для элементов $\pi(t)$ формируется последовательность сдвиговых ранговых отображений:

$$t = 1, 2, \dots, T - 1, \sigma_t = \pi_t^{-1} \circ \pi_{t+1}, \sigma(t) = \sigma_{t_1}, \sigma_{t_2}, \dots, \sigma_T = [\sigma_t]_{t=1}^T, \quad (10)$$

где \circ – операция умножения подстановок.

Сдвиговое ранговое отображение σ характеризует связь между двумя соседними ранговыми отображениями в последовательности $\pi(t)$ (9).

Суть прогнозирования ранговых конфигураций заключается в поиске конфигурации, вероятность появления которой в исследуемом временном интервале является максимальной, и использовании её для продолжения последовательности. Для этого каждая ранговая конфигурация преобразуется в подстановочную матрицу:

$$P = \|\pi_{i,j}\|_{i,j=1}^n, \pi_{i,j} = \begin{cases} 1, & s(i) = j; \\ 0, & s(i) \neq j, \end{cases} \quad (11)$$

где s – подстановка, соответствующая ранговой конфигурации.

Последовательность ранговых конфигураций преобразуется в последовательность подстановочных матриц вида:

$$P(t) = P_{t_1}, P_{t_2}, \dots, P_T = [P_t]_{t=1}^T. \quad (12)$$

На основе последовательности подстановочных матриц определим матрицу частот:

$$H^* = \sum_{t=1}^T P_t. \quad (13)$$

Матрица частот (13) может быть получена как для последовательности $\pi(t)$ (9), так и для последовательности $\sigma(t)$ (10). Представим матрицу частот H^* как таблицу назначений в задаче о назначениях с запретными назначениями. Решая данную задачу на поиск максимального назначения, определяем подстановку, доставляющую максимум функции назначения:

$$s_{max} = arg \max_s \sum_{i=1}^n H_{i,s(i)}^* \quad (14)$$

Если подстановка s_{max} определена для последовательности ранговых отображений $\pi(t)$ (9), то соответствующее ей ранговое отображение обозначим как π^* . Если подстановка s_{max} определена для последовательности сдвиговых ранговых отображений $\sigma(t)$ (10), то соответствующее ей сдвиговое ранговое отображение обозначим как σ^* . Ранговые конфигурации π^* и σ^* , определённые путём решения задачи о назначениях, рассматриваются как наиболее вероятные.

Проекция прогнозного рангового распределения на основе ранговой конфигурации π^* выполняется следующим образом:

$$i = 1, 2, \dots, n, \hat{w}_i = \hat{W}_r[\pi^*(i)], \quad (15)$$

где i – номер объекта системы; \hat{w}_i – прогнозное значение параметра i -го объекта; \hat{W}_r – вектор прогнозного рангового параметрического распределения; $\pi^*(i)$ – значение ранга, устанавливаемое i -му объекту в соответствии с ранговым отображением π^* .

Прогнозирование последовательности ранговых отображений $\pi(t)$ на основе сдвигового рангового отображения σ^* выполняется по рекуррентной формуле вида:

$$\hat{\pi}(k) = \begin{cases} \pi_T \circ \sigma^*, & k = 1; \\ \hat{\pi}_{k-1} \circ \sigma^*, & k = 2, 3, \dots, P, \end{cases} \quad (16)$$

где $\hat{\pi}(k)$ – последовательность прогнозных ранговых отображений; k – шаг прогноза; P – горизонт прогнозирования; π_T – последнее известное ранговое отображение, соответствующее моменту прогнозирования T .

Выполняя операцию проекции (15) для спрогнозированных ранговых отображений и ранговых параметрических распределений, устанавливаем значение параметра для каждого из объектов системы. При существенной ранговой динамике целесообразно прогнозировать последовательность ранговых отображений по выражению (16), в противном случае лучше выполнять проекции на основе одного рангового отображения π^* .

Рассмотренная методика прогнозирования последовательности ранговых конфигураций относится к структурному прогнозированию. Соответственно ошибки прогнозирования, возникающие по причине неточной ранговой конфигурации и, как следствие, неточно выполненной операции проекции (15), будем называть структурными.

В общем виде методика структурно-параметрического прогнозирования включает следующую последовательность шагов:

- 1) ранжирование данных и построение последовательностей ранговых параметрических распределений и ранговых конфигураций;
- 2) выполнение сдвиговой процедуры применительно к последовательности ранговых параметрических распределений и определение параметров обобщённой регрессионной зависимости;
- 3) прогнозирование на заданный горизонт последовательности ранговых параметрических распределений;
- 4) определение путём решения задачи о назначениях наиболее вероятных ранговых конфигураций;
- 5) в зависимости от интенсивности ранговой динамики прогнозирование последовательности ранговых отображений на основе наиболее вероятного сдвигового рангового отображения σ^* или использование в операции проекции наиболее вероятного рангового отображения π^* .
- 6) выполнение операции проекции и установление прогнозных значений каждому из объектов анализируемой социально-экономической системы.

Выводы

Представленная в статье методика структурно-параметрического прогнозирования является естественным продолжением разработанных техноценологических методов, основанных на применении аппарата ранговых распределений. Её отличительными особенностями является применение алгоритма сдвиговой процедуры, что позволило взаимосвязать между ранговыми параметрическими распределениями в последовательности описать обобщённой регрессионной зависимостью. Основываясь на данной зависимости, возможно рекуррентно продолжить последовательность ранговых параметрических распределений, то есть осуществить параметрический прогноз. Разработанные техноценологические методы, основываются на гипотезе о постоянстве рангов. В противовес ей предлагается учесть явление ранговой динамики и дополнить представленный в статье параметрический прогноз структурным, основанным на определении наиболее вероятных ранговых конфигураций. Это позволяет с большей достоверностью соотнести значения на прогнозном ранговом параметрическом распределении каждому из объектов системы.

Впервые, в прогнозировании на основе техноценологических методов выполнено разделение ошибки прогнозирования на параметрическую и структурную. Как представляется, это позволит развить новые направления в совершенствовании существующих и разработки новых техноценологических методов. Одно из направлений будет развивать методы, позволяющие более полно учесть закономерности, заложенные в конфигурации трёхмерной ранговой параметрической поверхности. Другое направление сосредоточится на развитии комбинаторного рангового анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрин, Б.И. Введение в технетику / Б.И. Кудрин. – Томск: Издательство Томского государственного университета, 1993. – 552 с.
2. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов: компьютерная версия переработанная и доп. / В.И. Гнатюк. – Москва: Издательство ТГУ – Центр системных исследований, 2005, 2022. – 340 с.
3. Фуфаев, В.В. Ценологическое определение параметров электропотребления, надежности, монтажа и ремонта электрооборудования предприятий региона: монография / В.В. Фуфаев. – Москва: Центр системных исследований, 2000. – 320 с.
4. Лагуткин, О. Е. Прогнозирование параметров многономенклатурных химических производств: дис. канд. тех. наук: 05.09.03 / Лагуткин Олег Евгеньевич. – Москва: МЭИ, 1994. – 201 с.
5. Луценко, Д.В. Комбинаторная теория ранговой динамики: трактат / Д.В. Луценко – Калининград: КИЦ «Техноценоз», 2017 – 113 с. Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ktrd.pdf>
6. Луценко, Д.В. Основы применения комбинаторной теории ранговой динамики в исследовании функционирования припортового регионального электротехнического комплекса / Д.В. Луценко // Морские интеллектуальные технологии № 4 (38) Т.2 Труды V Международного балтийского форума. Калининградский государственный технический университет, 2017. – 218 с., С. 122-127

STRUCTURAL-PARAMETRIC FORECASTING PROCESSES IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS BASED ON THE SEQUENCE OF RANK PARAMETRIC DISTRIBUTIONS

¹Lutsenko Dmitry Vladimirovich, candidate of technical sciences, associate professor, researcher

²Geller Boris Lvovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹Technopark of Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: lutsenko@bk.ru

²Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: geller149@yandex.ru

The article presents a methodology for predicting processes in socio-economic systems based on a sequence of rank parametric distributions, which differs from those known by using a shift procedure. This allows you to determine the parameters of the generalized regression dependence that characterizes the relationship between two rank parametric distributions in the sequence. The implementation of the proposed methodology in the environment of the Mathcad mathematical package based on data on power consumption of one of the enterprises of the Kaliningrad region is presented.

СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕДУРЫ РЕЖИМНОГО НОРМИРОВАНИЯ ПО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЮ

Морозов Дмитрий Геннадьевич, аспирант

ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта», Калининград, Россия, e-mail: morozov@dmitry.by

Представлено описание структуры и особенностей разработанной базы данных для реализации процедуры режимного нормирования по электропотреблению объектов регионального электротехнического комплекса. Проведена сравнительная характеристика возможностей, существующих в электроэнергетических организациях информационных систем с возможностями базы данных режимного нормирования по электропотреблению. Рассмотрены назначения, состав, связи и структура основных таблиц базы данных.

В Российской Федерации для управления электропотреблением на объектах регионального электротехнического комплекса (РЭК) и всех его подсистем используется специализированное программное обеспечение программно-аппаратных комплексов (ПАК) ЭМКОС-М, «Телескоп+», ИК «Сети», ОИК «Систел», 1С Энергетика, АИС «Omni-Utilities», «Энергостат» и др. [1]. На рисунке 1 представлены основные информационные системы, обеспечивающие управление электропотреблением на различных уровнях энергосистемы и их функционал.

В основе таких систем находятся специализированные базы данных (БД), которые хранят в себе информацию о характеристиках, составе, состоянии, данные измерений электрооборудования. Эти данные используются при планировании и прогнозировании электропотребления, балансов мощности и электроэнергии и решения других технологических вопросов, включая устойчивого электропотребления [1].

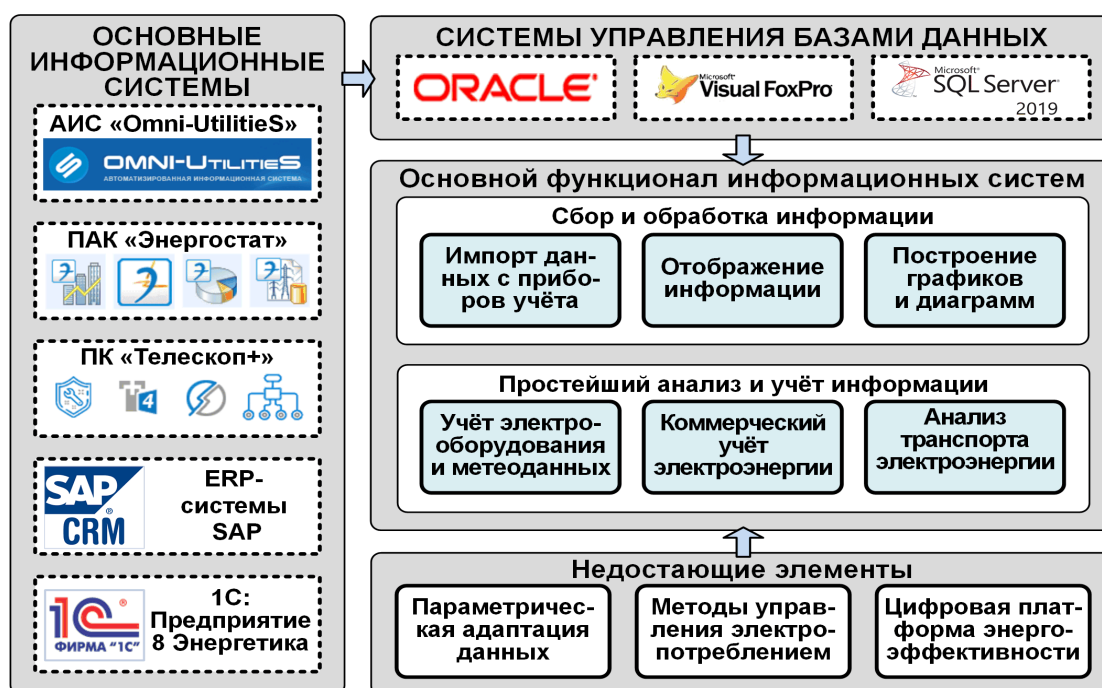


Рис. 1. Основные информационные системы электросетевых компаний

В настоящей работе впервые предлагается использование процедуры режимного нормирования по электропотреблению для обеспечения устойчивого и эффективного потребления электроэнергии на объектах РЭК. Данная процедура представляет собой совокупность математических алгоритмов, разработанных с помощью аппарата R-распределений, позволяющих осуществлять планомерное вынужденное снижение электропотребления в особых режимах функционирования, без нарушения технологического процесса. Особые режимы определяются внешними ресурсными ограничениями и, как правило, носят временный характер [4].

Процедура режимного нормирования реализована в программно-аппаратном комплексе, основой которого является реляционная БД. Она служит для накопления, хранения и управления данными по электропотреблению (измерений), состава и характеристик потребителей и электрооборудования, описания объектов техноэнологического типа, а также решения различных технологических задач [5]. БД РН может использоваться как основной справочник в информационной системе объектов техноэнологического типа, позволяет формировать данные для описания иерархической структуры объектов техноэнологического типа; хранит и накапливает данные измерений, состояний и структуры объектов; связывает измерения и объекты и является информационной средой для обмена данными об измерениях. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика возможностей основных ПАК электроэнергетических компаний и БД РН.

Таблица 1

Сравнительные характеристики баз данных

Критерий	База данных режимного нормирования	ПАК «Энергостат»	ИС Энергетика
Тип базы данных	Реляционная база данных	Объектная база данных	Реляционная база данных
СУБД	MS SQL	СУБД реляционного типа с SQL доступом	Файловая
Сетевой доступ	Да	Да	Да
Тип сервера	Локальный, облачный, комбинированный	Локальный	Локальный, облачный
Обмен данными	Обмен данными между различными объектами и административными уровнями управления	Обмен данными между различными объектами и административными уровнями управления	Обмен данными между различными объектами и административными уровнями управления
Операционная система	Microsoft, Linux	Microsoft	Microsoft, Linux
Динамическая маскировка данных	Конфиденциальные данные гарантированно разрешены только для авторизованных пользователей	Отсутствует	Отсутствует
Временная поддержка данных	Да	Отсутствует	Отсутствует

БД режимного нормирования по электропотреблению (БД РН) позволяет собирать, хранить и обрабатывать данные об электропотреблении потребителей и приемников электрической энергии. В свою очередь такой подход положительным образом скажется на более эффективном управлении электропотреблением, позволит совместно с сетью поддерживать баланс мощности в сети без отключения линии целиком. Появится возможность ограничивать потребителя электроэнергии вплоть до приемника. А также значительно улучшит прогноз электропотребления и позволит реализовать процедуру нормирования.

При проектировании БД РН использовался реляционный подход. В качестве сервера используется MS SQL Server. Это достаточно простой в использовании, а также достаточно производительный программный продукт, который обладает быстротой и стабильностью работы. Для снижения использования ресурсов имеется функционал отслеживания и регулирования уровней производительности. Этот функционал подразумевает под собой систему управления базами данных, с которой можно работать и

на облачных и на локальных серверах, а также есть возможность одновременного совмещения типов серверов. Временная поддержка данных, с помощью которой можно отслеживать изменения в данных по времени, является еще одной уникальной особенностью MS SQL Server. В качестве системы управления базой данных (СУБД) используется MS SQL Management studio, для доступа к данным используется стандартный язык запросов SQL, ORM фреймворк и иные программные интерфейсы, поддерживаемые СУБД. Чтобы получить доступ к данным из разработанного ПО используется ORM-фреймворк Entity Framework. Этот ORM-фреймворк с открытым исходным кодом. Entity Framework является частью .NET Framework (рис. 2).

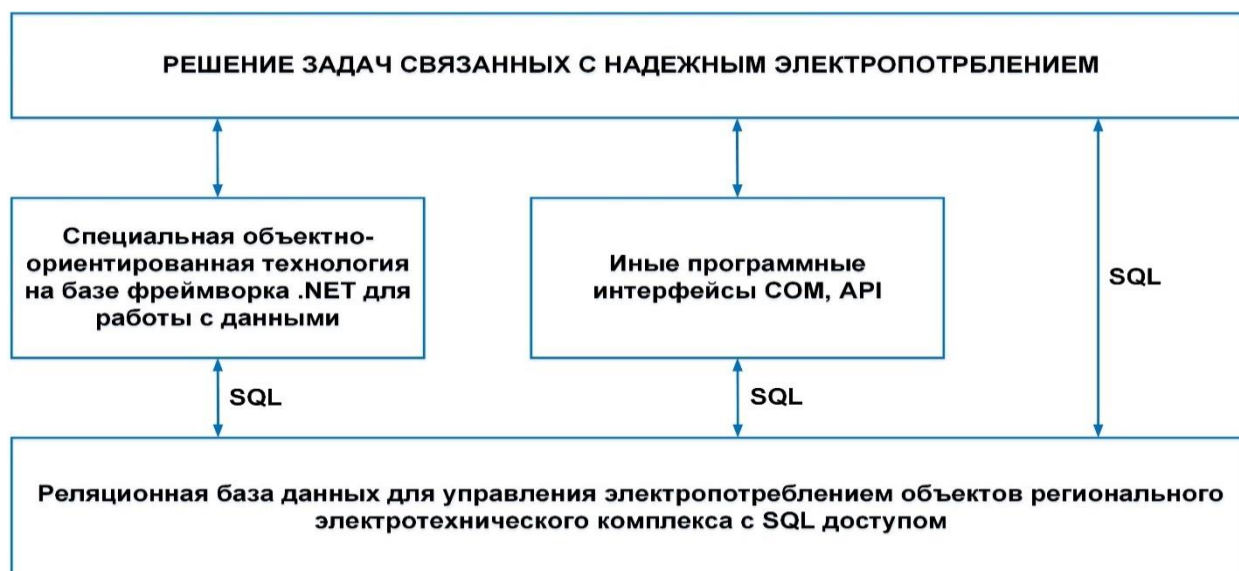


Рис. 2. Организация хранения и доступа к данным

Основными функциями ORM-фреймворка являются создание соединений с базой данных реляционного типа, обработка и выполнение команд и результатов запросов, автоматическое предоставление результатов запросов и выполнения команд в качестве объектов приложения.

Также Entity Framework отслеживает изменения объектов в приложении и сохраняет изменения в БД. Иерархически правильно построенные связи между таблицами базы данных, позволяют хранить и быстро управлять глубоко структурированными и именованными данными по электропотреблению за период в несколько лет. Все таблицы имеют внешние ключи и связаны между собой. ORM повышает производительность при работе с базами данных за счет сокращения задач по сохранению данных, используемых в разработанном программном обеспечении.

Повышением качеством управления базой данных служит ее реляционная модель данных, все данные представляют собой набор отношений. Таблицы имеют набор столбцов, в которых хранится определенный тип данных, а в ячейке значение атрибута. В каждой таблице имеется набор строк, которые описывают какой-либо объект или сущность и являются набором связанных значений. Так же в каждой таблице базы данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа имеется типизированный уникальный идентификатор, который является ничем иным как первичным ключом. Строки разных таблиц базы данных могут быть связаны внешним ключом. Доступ к данным можно получить различными способами и это не приведет к реорганизации или каким-либо изменениям структуры базы данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа. База данных РН удовлетворяет условиям целостности и поддерживает операторы манипулирования отношениями. Одним из основных условий целостности является строгая типизация информации в базе данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа. Целостность базы данных помогает исключить заведомо невероятные и не возможные значения, то есть обеспечивает правдоподобность содержащейся в ней информации. Приведение базы данных к нормальной форме, свидетельствует об исключении некоторых типов избыточности, которые могут потенциально приводить к ошибочным результатам выборки или изменению данных. Нормализация

базы данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа уменьшает логическую избыточность, а также увеличивает производительность работы и ее физический объем. База данных РН поддерживает транзакции, выполнения единого и неделимого действия. Это значит, что любое действие на базу данных должно быть выполнено целиком и полностью, либо не выполнено совсем, то есть не выполнен не один из ее компонентов. Любая транзакция это надежный и связанный внутренне объект, который не связан с другими транзакциями. База данных РН соответствует требованиям АСІD, то есть является атомарной, согласованной, изолированной и надежной. Основа БД РН составляет тринадцать таблиц. Их наименование представлено в таблице 2.

Таблица 2

Основные таблицы баз данных

Наименование таблицы	Содержание таблиц
[dbo].[Power_stations]	Справочник электростанций
[dbo].[LEP]	Справочник ЛЭП
[dbo].[Substation]	Справочник подстанций
[dbo].[Feeder]	Справочник фидеров
[dbo].[Build]	Справочник зданий и сооружений
[dbo].[Room]	Справочник помещений
[dbo].[Rosette]	Список устройств сбора
[dbo].[State]	Состояние оборудования «вкл/выкл»
[dbo].[Osobi]	Перечень оборудования
[dbo].[Power_Consumption]	Электропотребление
[dbo].[Categories_on_reliability_of_power_consumption]	Категории по надежности электроснабжения
[dbo].[GroupeEL_POT]	Группы электропотребления
[dbo].[Kind]	Виды электроустановок

Представленные таблицы подразделяются на следующие группы: справочная информация, данные по приемникам, расчетные данные, электропотребление по надежности, итоговые данные (рис. 3).

В группе «Справочная информация» содержатся данные по устройствам сбора информации по электропотреблению и категории оборудования. Такие таблицы с данными по каждому объекту, как таблица устройства сбора информации, таблица помещений, таблица зданий и сооружений, таблица фидеров, таблица подстанций, таблица линий электропередач, таблица электростанций, помогают проследить полный путь от производства электроэнергии до конечного потребителя. Следующая группа «Данные по приемникам» содержит информацию о потребителе, его состоянии включен или выключен, а также данные по электропотреблению, такие как сила, мощность и напряжение. Группа «Расчетные данные» содержит данные по добавочному ресурсу для R-3 режима, R-2 режима, R-1 режима, непосредственно с помощью которых повышается качество управления электропотреблением. Группа «Электропотребление по надежности» содержит данные по категорированию потребителей и приёмников и делит их на 3-ю категорию, 2-ю категорию и 1-ю категорию. Группа «Итоговые данные» содержит информацию по рекомендациям ограничения приемников, относящихся к 3-й категории, рекомендациям ограничения приемников, относящихся ко 2-й категории и рекомендациям ограничения приемников, относящихся к 1-й категории.

Важно отметить, что по требованию нормализации и целостности базы данных РН все сущности строго типизированы, а так в основе должна быть подсистема справочников и классификаторов, которая содержит информацию о типах сущностей. Это система категоризирует сущности их по внешним признакам. По мимо описания пути от производства электроэнергии до конечного потребителя и электропотребления конечного потребителя, любое практическое применение результатов для других групп требует хранения больших объемов метаинформации, без которых такое приме-

нение не предоставляется возможным. Практически каждая таблица базы данных имеет связь с другой таблицей посредством внешнего ключа. Это означает, что, зная уникальный идентификатор приемника электрической энергии, можно получить его категорию электропотребления, тип, ретроспективные и настоящие данные о его состоянии, а также проследить полный путь от розетки и помещения до электростанции на которой производится электроэнергия.

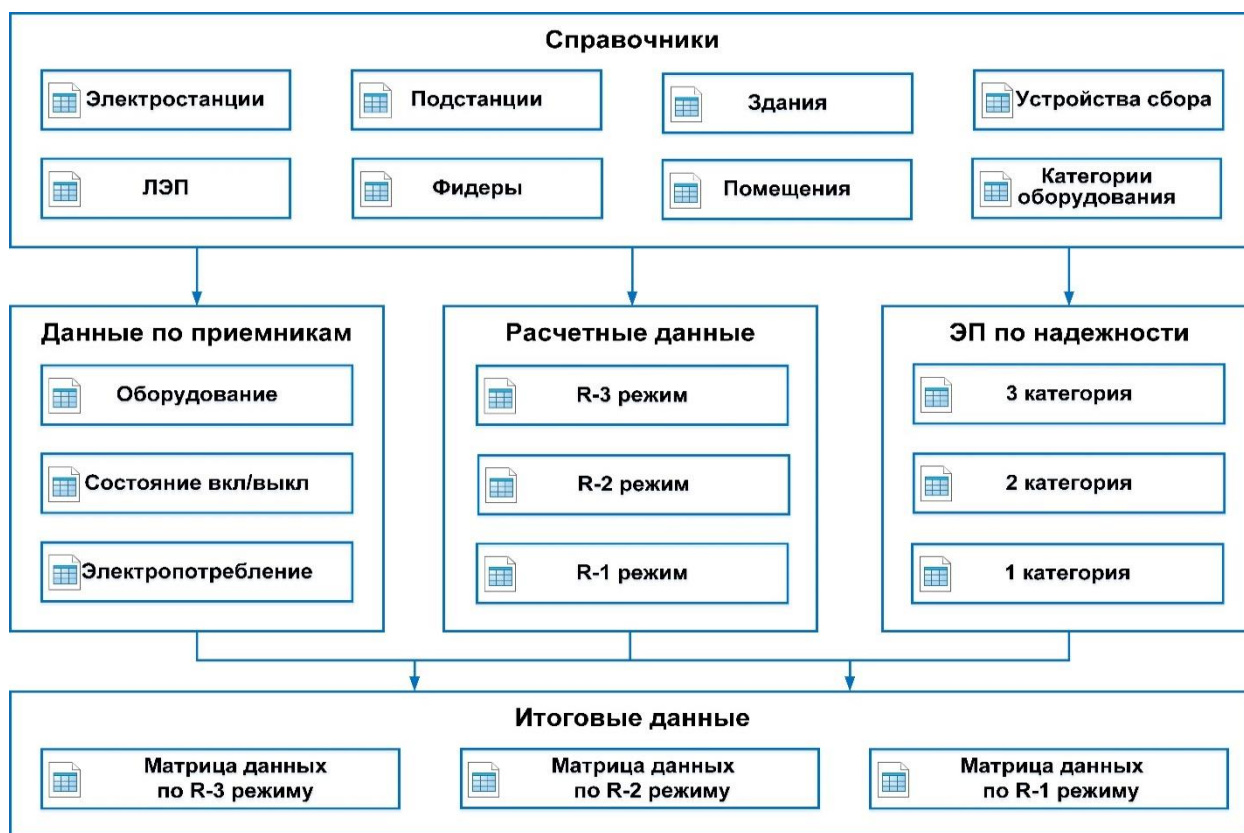


Рис. 3. База данных для управления электропотреблением объектов регионального электротехнического комплекса

Таблица базы данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа «dbo.Power_stations» является справочной и содержит основную информацию об электростанциях (рис. 4). К основной информации об электростанции относится информация об ее местоположении, источниках электроэнергии, различные технические параметры такие как мощность, количество энергоблоков и другое. Таблица «dbo.Power_stations» обеспечивает связь один ко многим и включает в себя список линий электропередач, по которым идет передача электроэнергии. Схожие по своей структуре и направленности идут такие таблицы как «dbo.LEP» - таблица справочной информации об линиях электропередач, «dbo.Substation» - таблица справочной информации об электроподстанциях, «dbo.Feeder» – таблица справочной информации об фидерах. В таблице «dbo.Build» находится информация о зданиях (сооружениях) объекта техноценологического типа, точный адрес и дополнительное описание, таблица-справочник «dbo.Room» содержит информацию о списке помещений в здании (сооружении).

Каждая из этих таблиц носит справочный характер и содержит в себе достаточно большой и полный объем вспомогательной информации об объекте, которая ни где в расчетах не используется, но очень важна в практическом применении. К такой информации относятся данные о место положении, точный адрес и координаты, номера телефонов, электронная почта, прочая контактная информация, основные и дополнительные технические характеристики, описательные характеристики и дополнительная общая информация.

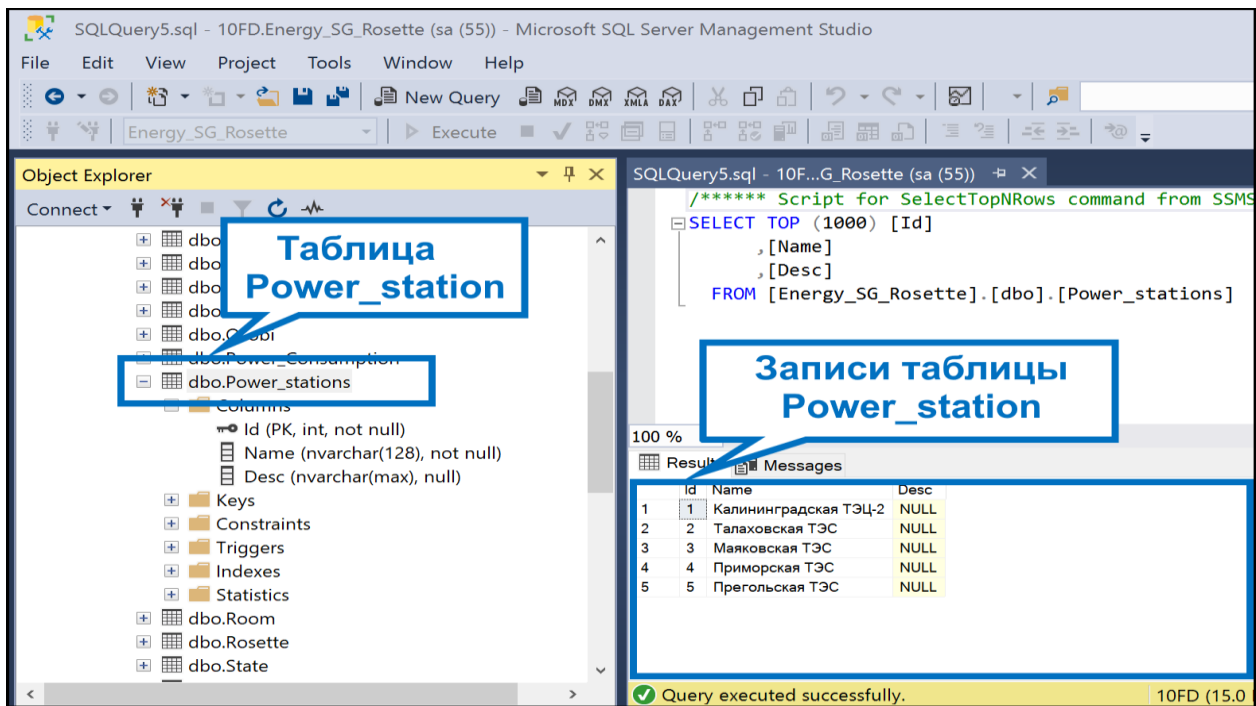


Рис. 4. Фрагмент таблицы «dbo. Power_stations»

Структура этих таблиц иерархична (рис. 5), обеспечивается связь один ко многим, каждая строка таблицы верхнего уровня может включать в себя несколько строк только из таблицы нижнего уровня, и сама же ссылаться на таблицу более высшего уровня.

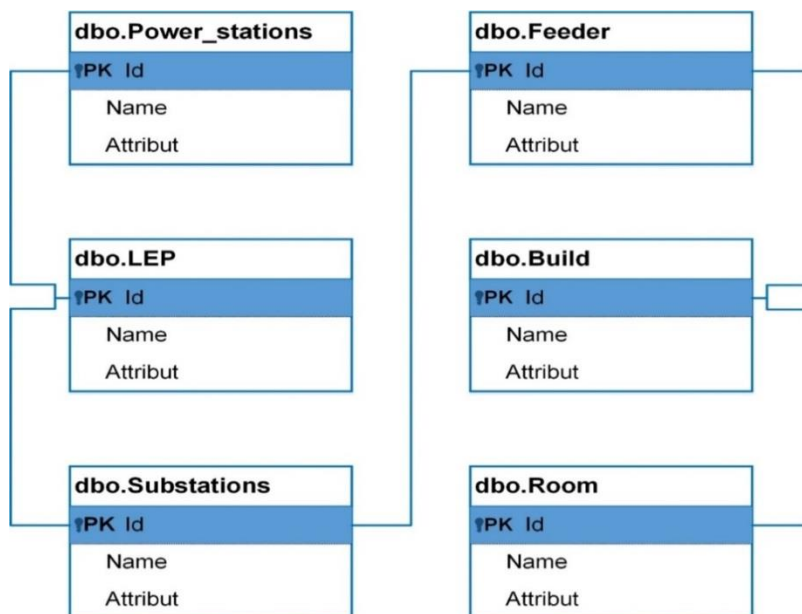


Рис. 5. Иерархическая структура группы справочной информации

В таблице «dbo.Rosette» хранятся список всех устройств сбора информации об электропотреблении объекта (рис. 6).

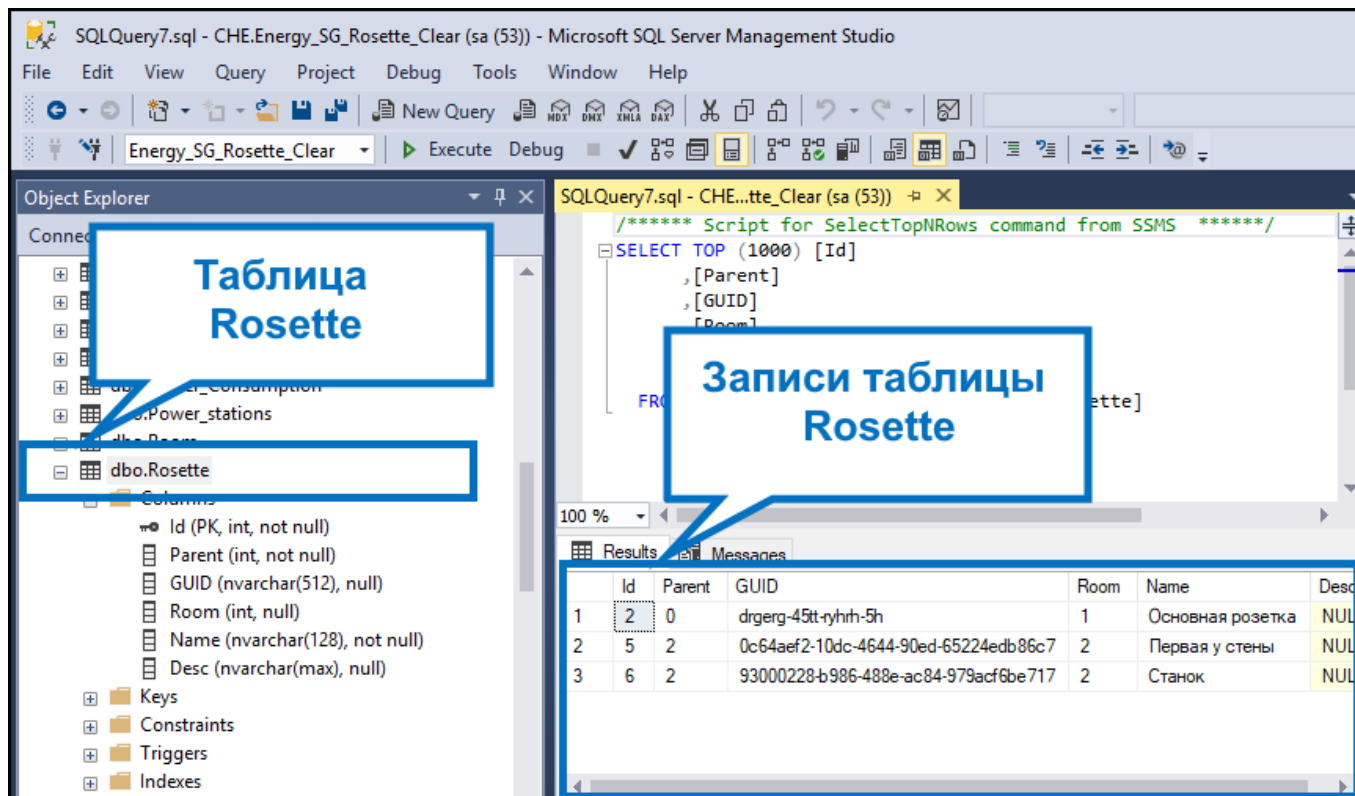


Рис. 6. Фрагмент таблицы «dbo.Rosette»

Каждая такое устройство имеет свой уникальный 128 битный номер в формате «GUID» и ссылается на помещение, в котором она находится (таблица «dbo.Room»). По мимо уникального 128 битного номера, в таблице содержится первичный ключ целочисленного типа. Из-за особенности проектирования базы данных уникальный 128 битный номер в формате «GUID» не может являться первичным ключом, так как он является не целочисленным, а строковым типом. Тип устройства составной, то есть само устройство может входить в устройства более высокого типа (например, удлинитель, бесперебойное устройство с несколькими розетками и т.д.).

Таблица «dbo.State» содержит информацию о текущем состоянии устройства сбора: «Включено» или «Выключено» и имеет внешний ключ к таблице «dbo.Rosette» (рисунок 7).

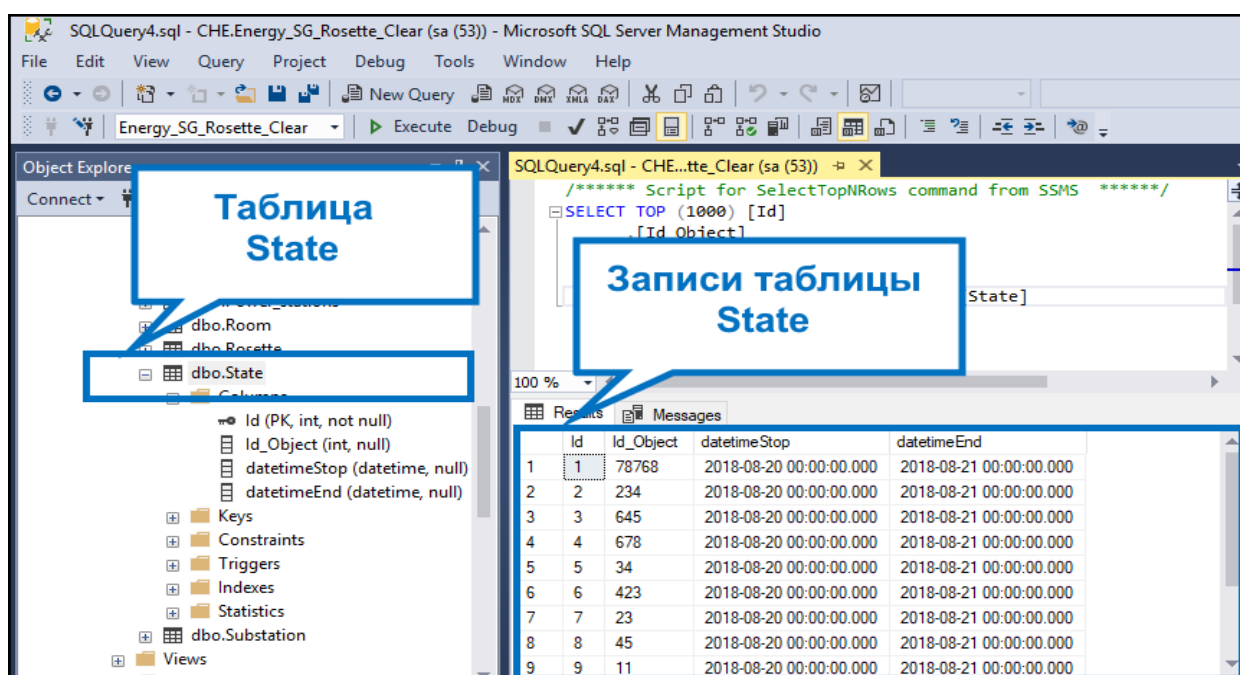


Рис. 7. Фрагмент таблицы «dbo.State»

В таблице содержится следующая информация: дата и время выключения или выключения, остановки и запуска устройства сбора. Эта информация является управляющей, которая принимает участие в текущем управлении электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа, а также статистической – говорит в какое время и когда то, или иное устройство было выключено или включено обратно. Это таблица так же является одной из ключевых таблиц, на основе нее строится статистика об ограничении приемников электрической энергии, соответственно об ограничениях электропотребления в энергосистеме региона, уровнях и режимах, на которых отключались приемники. На основе данной информации можно делать прогнозы о работе энергосистемы, а также проводить анализ энергосистемы, точно знать ее техническое состояние на данный момент.

Таблица «dbo.Osobi», содержит в себе данные по перечню оборудования, приемников электроэнергии. Поскольку программному обеспечению в будущем потребуется точно определять приемник электроэнергии, данные о них должны быть за ранее известны и полны. Таблица «dbo.Osobi» хранит данные о марке, модели, производителе, а так же другие дополнительные технические и описательные характеристики приемника электроэнергии. Каждая строка таблицы обладает уникальным идентификатором, который является первичным ключом, с помощью данного идентификатора и внешних ключей возможно точно определить приемник, в свою очередь по нему можно определить марку, модель и тип прибора, получить всю информацию по электропотреблению, где это приемник сейчас находится и от какой подстанции получает электроэнергию.

Таблица «dbo.Osobi», имеет внешние ключи на такие таблицы как «dbo.Categories_on_reliability_of_power_consumption» и таблицу «dbo.Kind», а так же таблицу «dbo.GroupeEL_POT».

Таблица «dbo.Categories_on_reliability_of_power_consumption» – это одна из ключевых таблиц в базе данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа, которая категоризирует всех потребителей электроэнергии по группам надежности электроснабжения (рис. 8).

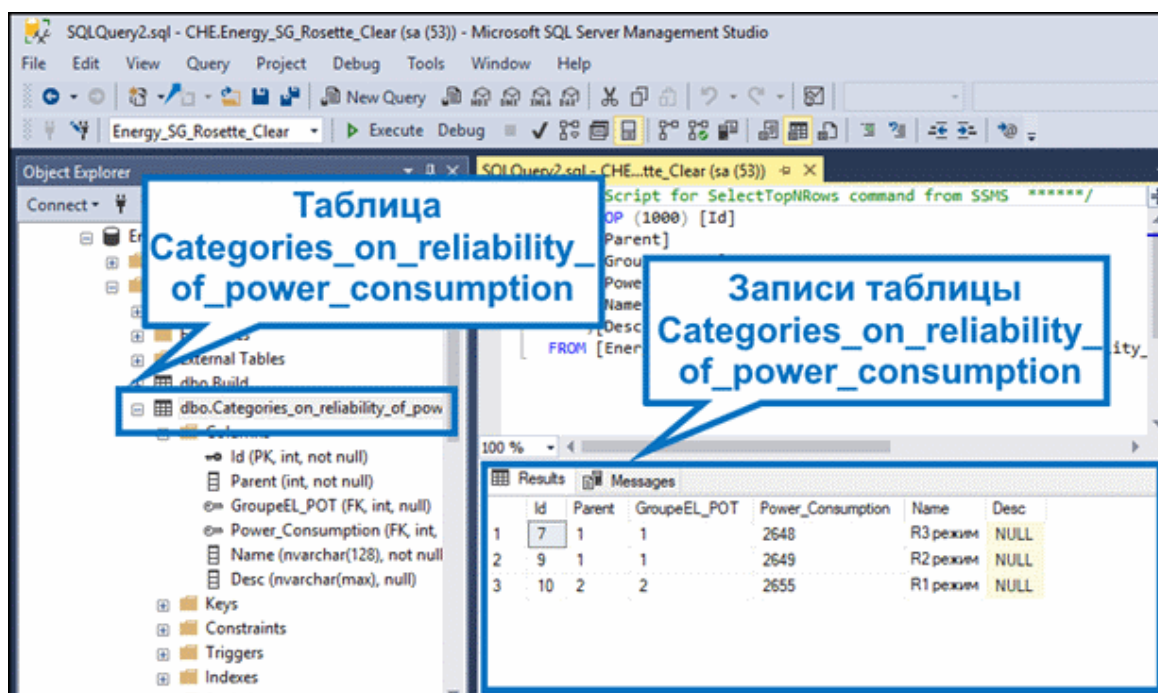


Рис. 8. Фрагмент таблицы «dbo.Categories_on_reliability_of_power_consumption»

Таблица «dbo.GroupeEL_POT» включает в себя список групп электропотребления (рис. 9). Группы электропотребления классифицируют абсолютно все ключевые сведения в базе данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа такие как вид и тип оборудования, а также категорирование электропотребителей по группам надежности.

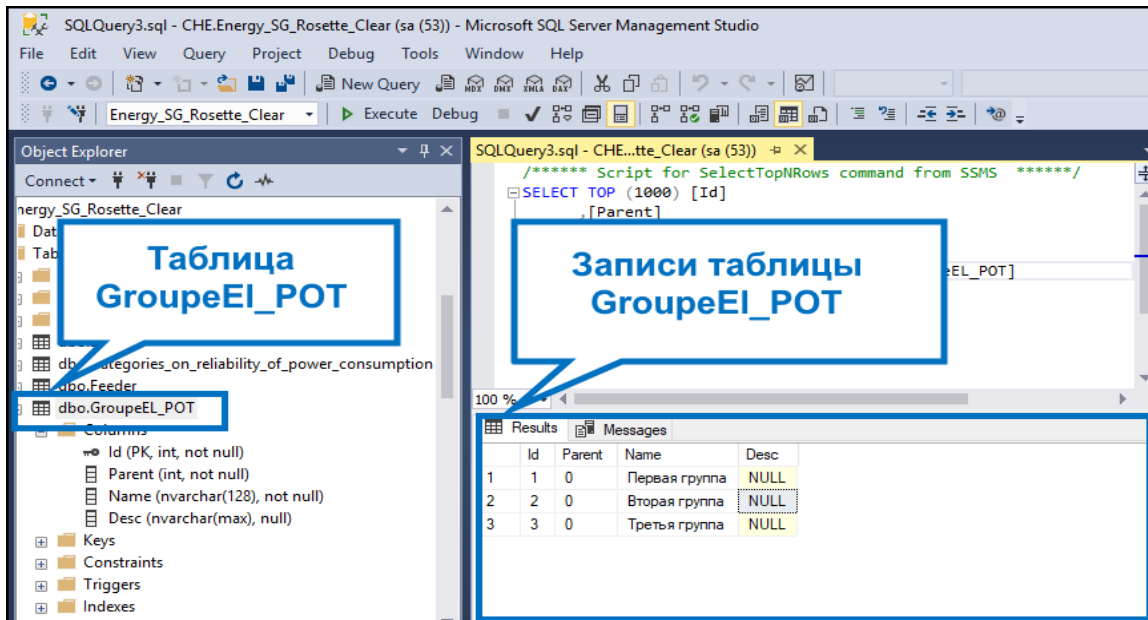


Рис. 9. Фрагмент таблицы «dbo.GroupeEL_POT»

Таблица «dbo.Kind» классифицирует вид электроустановок электрической энергии в электрической сети (рис. 10). Классификации могут быть абсолютно разными, а составной тип позволяет делать иерархические и полностью независимые структуры внутри одной таблицы. Своего рода эта таблица относится к справочной информации, но в отличие от основных таблиц группы, она может чаще пополняться, так как в процессе эксплуатации базы данных возможно будут требоваться новые классификации электроустановок.

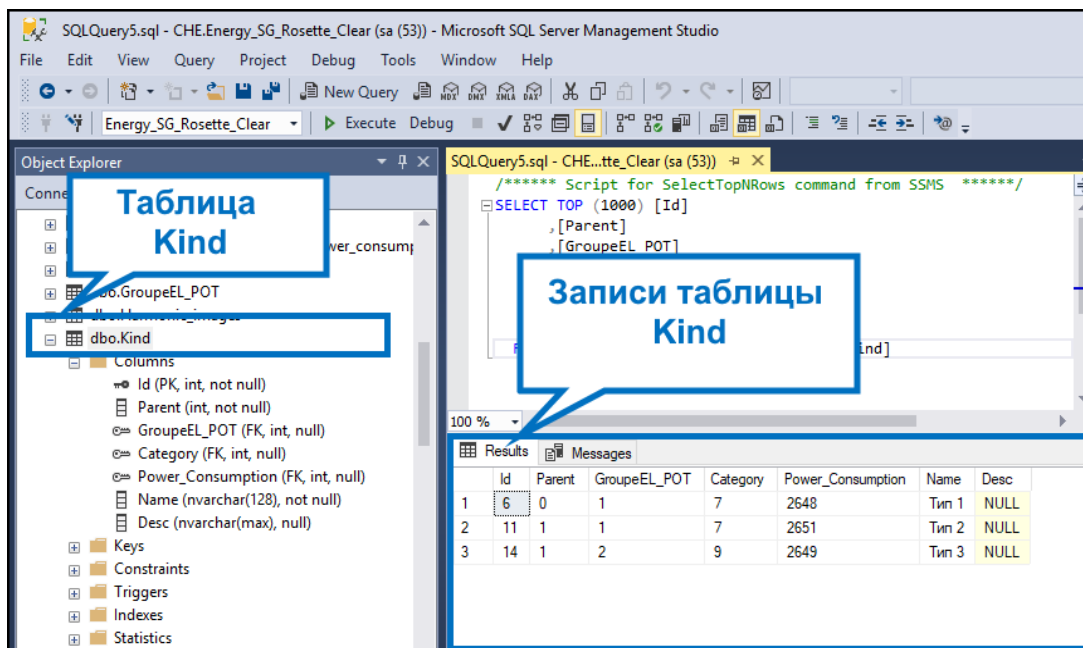


Рис. 10. Фрагмент таблицы «dbo.Kind»

Важное значение для реализации аналитических расчётов имеет таблица «dbo.Power_Consumption», содержащая данные по электропотреблению за единицу времени (рис. 11).

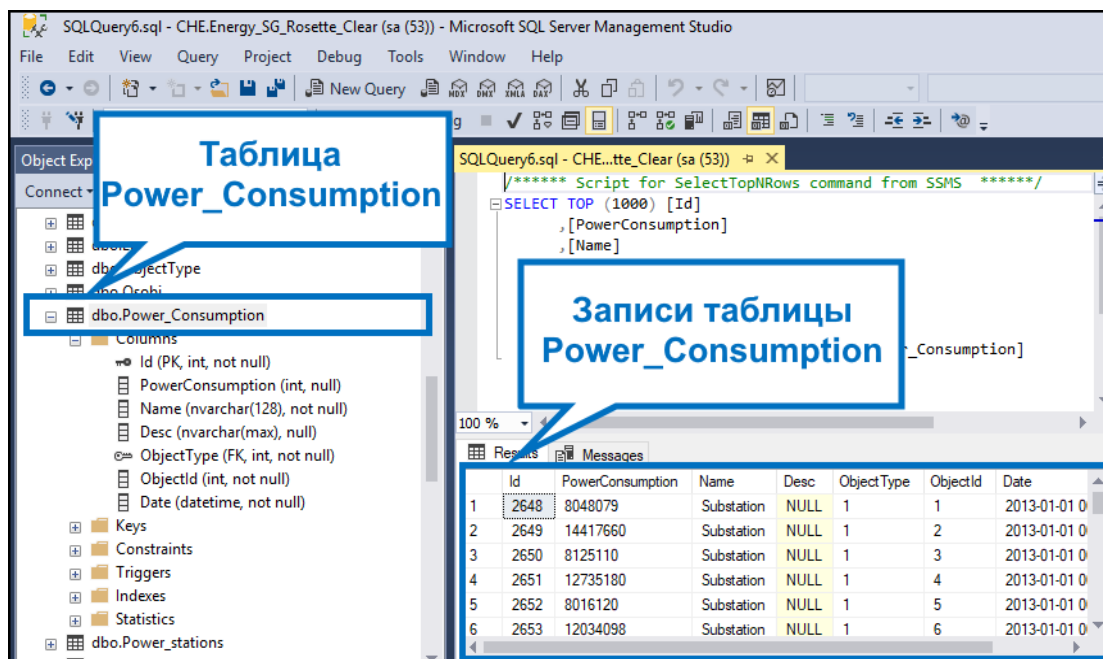


Рис. 11. Фрагмент таблицы «dbo.Power_Consumption»

Данные из этой таблицы помогают в реализации идентификации при первичном включение приемника электрической энергии в устройство режимного ограничения электропотребления (устройство сбора), а также при его работе в режиме онлайн, с периодичностью за единицу времени, снимая показатели по электропотреблению и добавления их в таблицу. На основе этих данных можно строить различного рода аналитические расчеты, они могут быть использованы для более точного прогнозирования электропотребления, а также для категорирования приемников электрической энергии в базе данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа. Вместе с данными по электропотреблению сохраняется точная временная метка момента времени, когда эти данные были зафиксированы. Таблица «dbo.Power_Consumption» имеет первичный ключ и внешний ключ ссылающийся на таблицу «dbo.Osobi».

Таким образом, БД РН может быть использована для эффективного управления электропотреблением в РЭК и всех его подсистемах и улучшения энергоэффективности в различных сферах. Кроме того, БД РН в конечном счете может описать всю структуру РЭК. Она хорошо описывает связь от поставщика электроэнергии до конечного потребителя. Детально иллюстрирует потребителя электроэнергии, таблицы содержат полную информацию об электропотреблении, включен или выключен прибор, его марка и модель, включено или выключено питание на самом устройстве режимного ограничения (розетке). В БД РН содержится информация расположения потребителя и к какой категории он относится, а также уникальный идентификатор прибора, что и помогает идентифицировать его в случае применения процедуры режимного нормирования.

Для решения противоречия между необходимостью реализации режимов ограничивающих максимальную мощность потребляемой электроэнергии инфраструктурными объектами, с одной стороны, и невозможностью методически и инструментально в автоматическом режиме обеспечить приоритеты при ранжировании приемников электрической энергии по важности, с другой стороны, предлагается внедрение БД РН. Рекомендуется в качестве СУБД использовать MS SQL, что по сравнению с аналогами позволяет получить довольно простой и довольно мощный программный продукт. Важно отметить, что по требованию нормализации и целостности БД РН все сущности в ней строго типизированы, а она сама имеет в своей основе подсистему справочников и классификаторов с метаинформацией, содержащей сведения о типах сущностей. На основе этого реализуется категорирование сущностей их по внешним признакам. БД РН фактически позволяет описать структуру РЭК и может быть использована как на небольших предприятиях, так и использоваться на крупных региональных электроэнергетических комплексах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананичева, С.С. Проектирование электрических сетей: учеб. пособие / С.С. Ананичева, Е.Н. Котова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 164 с.
2. Гнатюк, В.И. Динамическая модель управления электропотреблением объектов припортового электротехнического комплекса / Гнатюк В.И., Кивчун О.Р., Луценко Д.В. // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 4-2 (38). – С. 112-116.
3. Кивчун, О.Р. Метод управления электропотреблением объектов регионального электротехнического комплекса на основе синтеза процедур рангового анализа / О.Р. Кивчун // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 2. – С. 500-513.
4. Режимное нормирование электропотребления при эксплуатации объектов регионального электротехнического комплекса / Гнатюк В.И., Кивчун О.Р., Луценко Д.В., Морозов Д.Г. // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – № 4-3 (42). – С. 116-120.
5. Гнатюк В.И. Потенциал энергосбережения техноценоза [Трактат] / В.И. Гнатюк // Электрон. дан. 2018. – Режим: доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/potential.pdf>, свободный.

STRUCTURE AND FEATURES OF THE DATABASE TO IMPLEMENT THE PROCEDURE OF REGIME RATIONING BY POWER CONSUMPTION

Morozov Dmitriy Gennadievich, graduate student

FGAOU VO "BFU them. Kant", Kaliningrad, Russia, e-mail: morozov@dmitry.by

The article presents a description of the structure and features of the developed database for the implementation of the procedure of regime rationing for power consumption of objects of the regional electrical complex. A comparative characteristic of the possibilities existing in electric power organizations of information systems with the possibilities of a database of regime rationing for power consumption is carried out. The purpose, composition, relationships and structure of the main database tables are considered.

УДК 621.311; 658.512:005

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ТЕХНОЦЕНОЛОГИЧЕСКОГО ТИПА

Морозов Дмитрий Геннадьевич, аспирант

ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта», Калининград, Россия, e-mail: morozov@dmitry.by

Для решения сложных кибернетических задач в электросетевых компаниях используется специализированное программное обеспечение. Оно в основном позволяет получать, обрабатывать и анализировать данные об измеряемых параметрах и о состоянии объектов с разной дискретностью хранения. Однако отсутствуют программы, позволяющие снижать электропотребление объектов в изолированном режиме. Представлено описание программного обеспечения для реализации режимного нормирования электропотребления, позволяющего устранить вышеуказанный недостаток.

Постоянно меняющаяся конъюнктура рынка, многозадачность, высокая скорость динамики, сложность процессов функционирования, высокие скорости в принятии решений, требуют современных подходов для эффективного управления электропотреблением. Выходом в условиях непрерывно усложняющейся внутренней и внешней среды регионального электроэнергетического комплекса (РЭНК) и всех его подсистем является комплексная автоматизация. Она позволяет правильно и максимально эффективно решать сложные кибернетические задачи такие как управление большими данными, распределение нагрузок, поддержка принятия решений, анализ текущей ситуации в режиме онлайн и другие [1]. Решения сложных задач сокращает издержки временные, материальные, а также идет уменьшение человеческого фактора. В электросетевых компаниях Российской Федерации используется достаточно большое количество программного обеспечения, которое позволяет в основном получать, обрабатывать и анализировать данные об измеряемых параметрах и состоянии объектов с разной дискретностью хранения. Также с помощью программного обеспечения осуществляется обмен данными между разными объектами и уровнями управления, учёт состояний, состава оборудования, административных и производственных объектов, а также подготовка справочников и классификаторов. Однако отсутствуют такие возможности как снижение электрической мощности потребителей без полного отключения подстанций в изолированном режиме, формирование оптимального режима электросети с минимальными потерями в электросетевом оборудовании. Реализация данного функционала ведет за собой повышение качества управления электропотреблением. С этой целью предлагается использование программного комплекса для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа (таблица 1). В качестве основы использовать базу данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа, что, при совместной работе даст значительный положительный эффект [2].

Необходимость внедрения данного программного комплекса очевидна в силу многих причин. Основной является то, что при совместной работе с базой данных для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа позволит совместно с сетью поддерживать баланс мощности в сети без отключения линии целиком. Появится возможность ограничивать потребителя электроэнергии вплоть до приемника [3]. А также значительно улучшит прогноз электропотребления и позволит реализацию процедуры нормирования. С помощью данного программного комплекса появится возможность визуализировать работу процедуры режимного нормирования в режиме онлайн, моделировать различные сценарии ограничения потребителей и приемников электроэнергии в R3-, R2-, R1-режимах как в рамках регионального электротехнического комплекса, так и в рамках отдельного инфраструктурного объекта, частного дома, выводить данные в виде графиков [4,5].

Таблица 1

Сравнительные характеристики программных комплексов

Критерий	Программный комплекс для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа	ПАК «Энергостат»	1С Энергетика
Тип базы данных	Реляционная база данных	Объектная база данных	Реляционная база данных
Учет данных	Учет состояния, состава оборудования, административных и производственных объектов. Подготовка справочников и классификаторов	Учет состояния, состава оборудования, административных и производственных объектов. Подготовка справочников и классификаторов	Учет состояния, состава оборудования, административных и производственных объектов. Подготовка справочников и классификаторов
Сбор данных	Получение, обработка и анализ данных о измеряемых параметрах и состоянии объектов с разной дискретностью хранения	Получение, обработка и анализ данных о измеряемых параметрах и состоянии объектов с разной дискретностью хранения	Получение, обработка и анализ данных о измеряемых параметрах и состоянии объектов с разной дискретностью хранения
Обмен данными	Обмен данными происходит между разными объектами и уровнями управления	Обмен данными происходит между разными объектами и уровнями управления	Обмен данными происходит между разными объектами и уровнями управления
Способ ограничения ЭП	Снижение электрической мощности	Отсутствует	Отсутствует

	сти потребителей без полного отключения подстанций в изолированном режиме		
Формирование режимов электросети	Формирование оптимального режима электросети с минимальными потерями в электросетевом оборудовании	Отсутствует	Отсутствует

Программный комплекс для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа состоит из следующих модулей: карта, режимное нормирование, моделирование, свobodный график, умный дом, а также, может быть дополнен другими модулями.

Главный экран программного комплекса для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа состоит из левого бокового меню, на котором расположены кнопки вызова модулей и сцена, на которую помещаются вызванные модули. Модуль однократно подгружается на сцену со всем своим функционалом и не требует подгрузки данных или дополнительного функционала в процессе эксплуатации. Еще одно отличие данного программного комплекса, это его скорость работы и простота использования. Даже неопытному пользователю не составит большого труда разобраться и начать работать. Все элементы интуитивно понятны, имеют короткие лаконичные названия и приятны глазу.

Модуль «Карта» представляет собой интерактивную карту Калининградской области (рис. 1). В свою очередь карта состоит из нескольких слоев. Первый слой – это подложка, подгружаемая из стороннего источника карта местности с точной географической привязкой. Источники могут быть открытые и закрытые поисково-информационные картографические службы или же собственный тайл-сервер.

Второй слой представляет собой набор географических данных в виде полигонов, границ полигонов, точек, полилиний, мультиточек и триангуляционных поверхностей. Этот слой служит для визуального выделения на карте административных границ районов и работы с ними, так же отображения любых других пространственных данных.

Третий слой – это набор объектов на карте. В данном случае на карту помещены в виде кружков, основные подстанции, в виде синих линий, линии электропередач и отпайки, отмечены красными линиями. При наведении мышкой на какой-либо из объектов, можно получить информацию по нему. Количество и тип объектов можно увеличивать или уменьшать, а также по требованию можно дополнять описательную информацию об объектах.

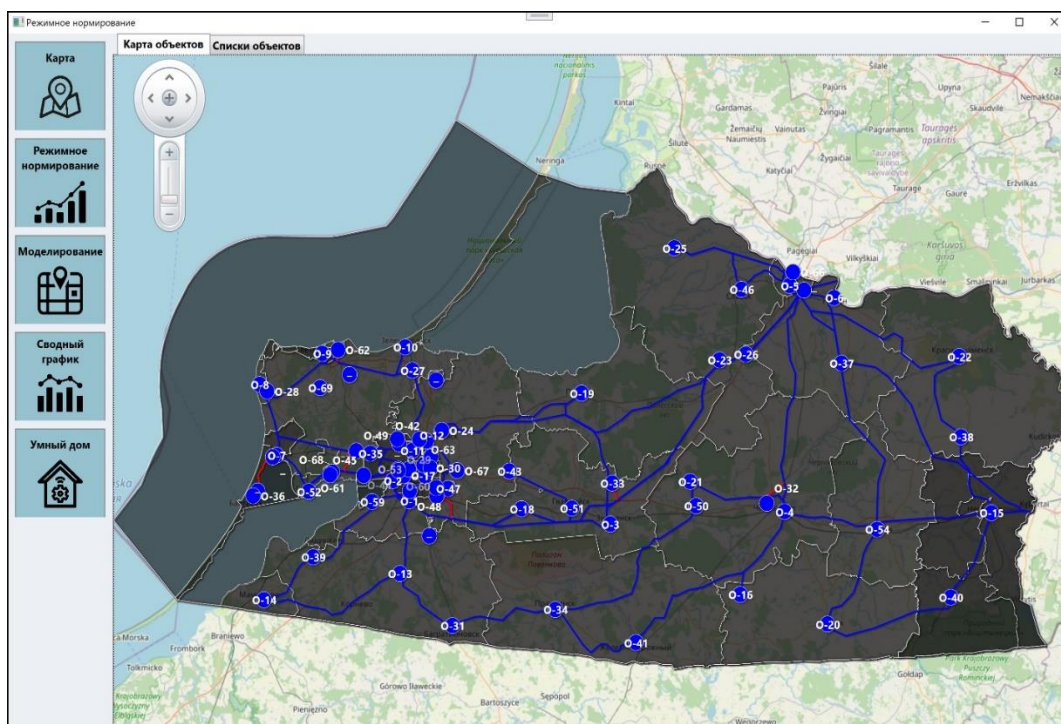


Рис. 1. Модуль «Карта»

На главной сцене модуль разделен на две вкладки. Первая это карта, а вторая вкладка отображает списки объектов, которые в данный момент присутствуют на карте (рис. 2).

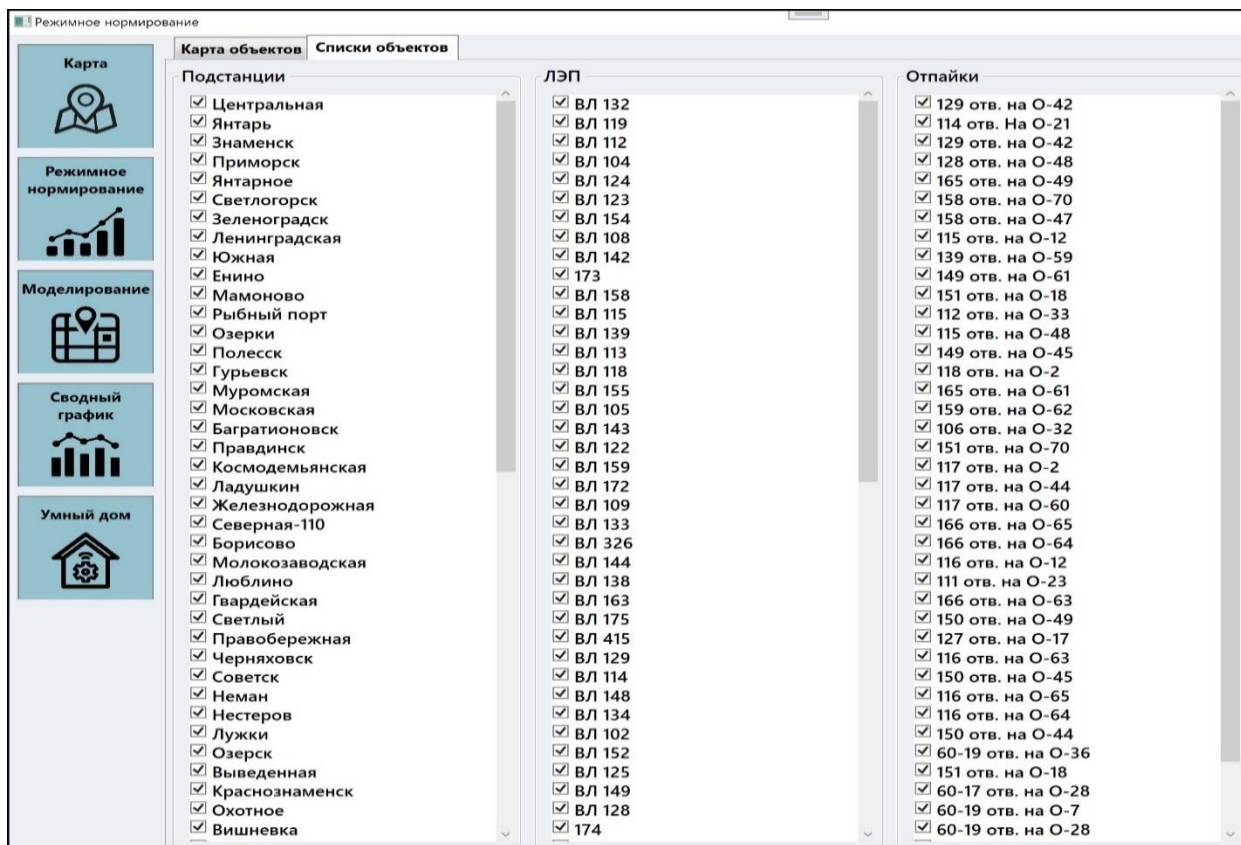


Рис. 2. Список объектов для Модуля «Карта»

Модуль «Моделирование» в своей основе содержит интерактивную карту, по аналогии с модулем «Карта», график и таблицу объектов. (рис. 3). Главное же отличие этого модуля состоит в том, что на основе исторических данных по электропотреблению моделируется снижение электропотребления РЭК.

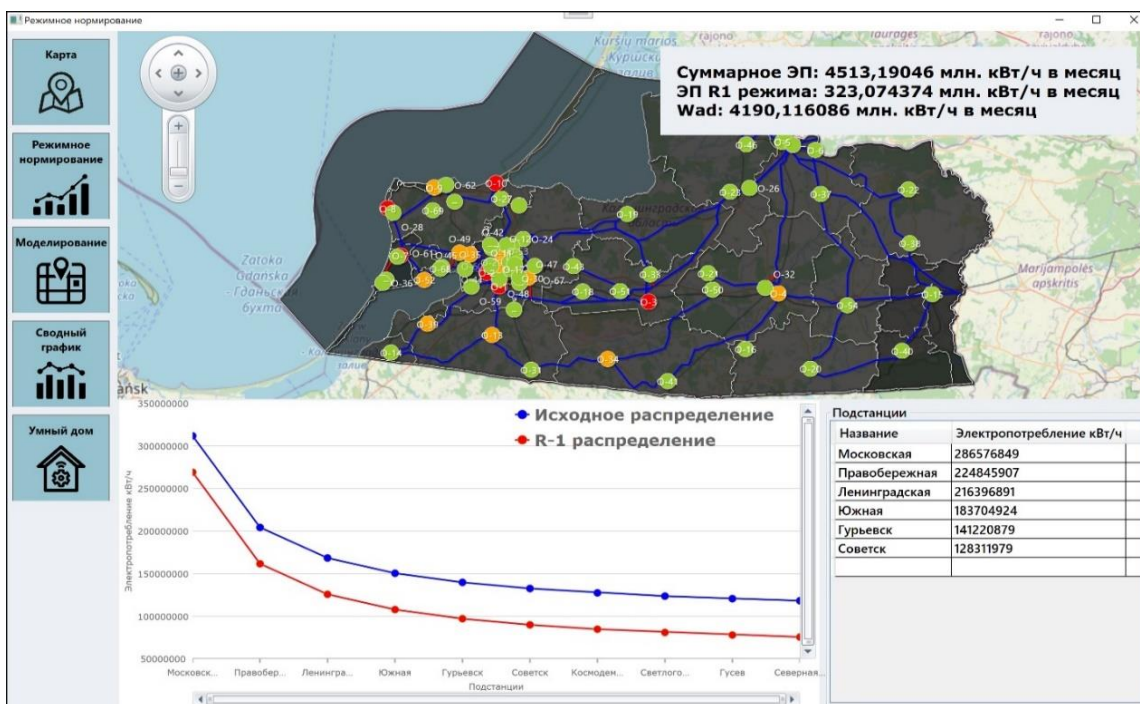


Рис. 3. Модуль «Моделирование»

На главной сцене карты отражено суммарное электропотребление, текущий R- режим и его электропотребление, а также разницу между ними Wad. В определенный промежуток времени на карте моделируются режимы и разными цветами выделяются объекты, которые относятся к R-3 режиму зеленого цвета, к R-2 режиму оранжевого цвета и к R-1 режиму красного цвета. Снизу график демонстрирует исходное положение и R распределение, по оси Y у которого, электропотребление, по оси X потребители, в данном случае электроподстанции. В правом нижнем углу таблица со списком электроподстанций и электропотреблением каждой из них.

Представляющий наибольший интерес модуль «Режимное нормирование» представлен в виде набора различных параметров и графика (рис. 4).

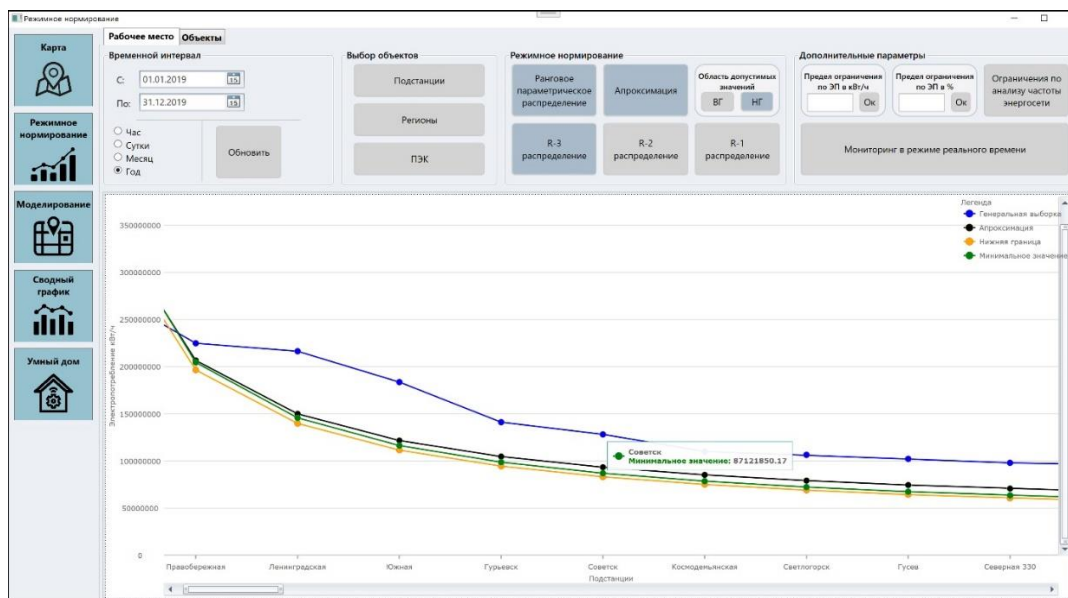


Рис. 4. Модуль «Режимное нормирование»

Этот модуль имеет две вкладки. Остановимся на первой из них. Для начала пользователю предлагается установить диапазон дат и выбор временного интервала час, сутки, месяц или год для получения данных по электропотреблению. Далее идет выбор объектов подстанции, регионы или РЭК.

Следующий блок называется режимное нормирование. В нем строится ранговое параметрическое распределение, производится аппроксимация, а также устанавливается нижняя граница области допустимых значений. В этом же блоке строится R-3, R-2, R-1 распределения. Легенда хорошо иллюстрирует основные кривые на графике. В блоке дополнительные параметры мы можем моделировать ограничения электропотребления, устанавливая пределы по кВт/ч, в процентах и частоте энергосети. А также, в перспективе можем получать данные в режиме реального времени.

Вторая вкладка содержит список объектов, выведенных в данный момент на карту и данные по электропотреблению каждого объекта в заданном диапазоне дат (рис. 5).

Модуль «Сводный график» является своего рода инструментом вывода и обобщения данных по электропотреблению. (рис. 6). По мимо блоков для вывода данных, схожих с модулем «Режимное нормирование», содержит в себе конструктор, который может изменять структуру сводной таблицы и графика путем перетаскивания элементов методом Drag-and-Drop, из которых строится вывод информации. Такой подход помогает осуществить более глубокий анализ данных, так как пользователь сам может установить из какой информации будет формироваться таблица, какие периоды брать и как строить сортировку и фильтрацию. Если данных в таблице будет много, то они будут автоматически сгруппированы. Группы можно раскрывать по необходимости. Модуль «Сводный график» в частности может быть расширен для работы с OLAP кубами и большими данными.

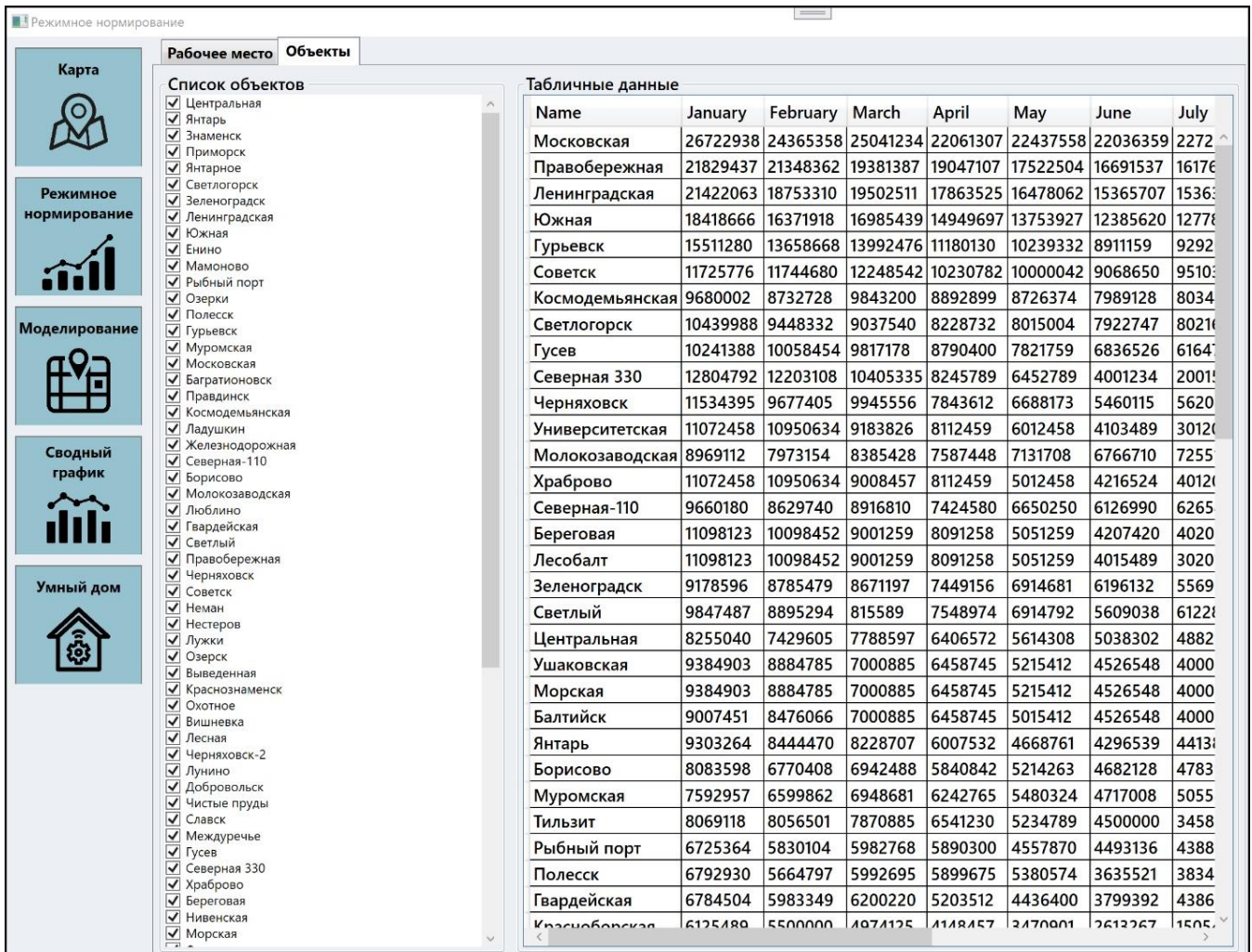


Рис. 5. Дополнительная вкладка модуля «Режимное нормирование»

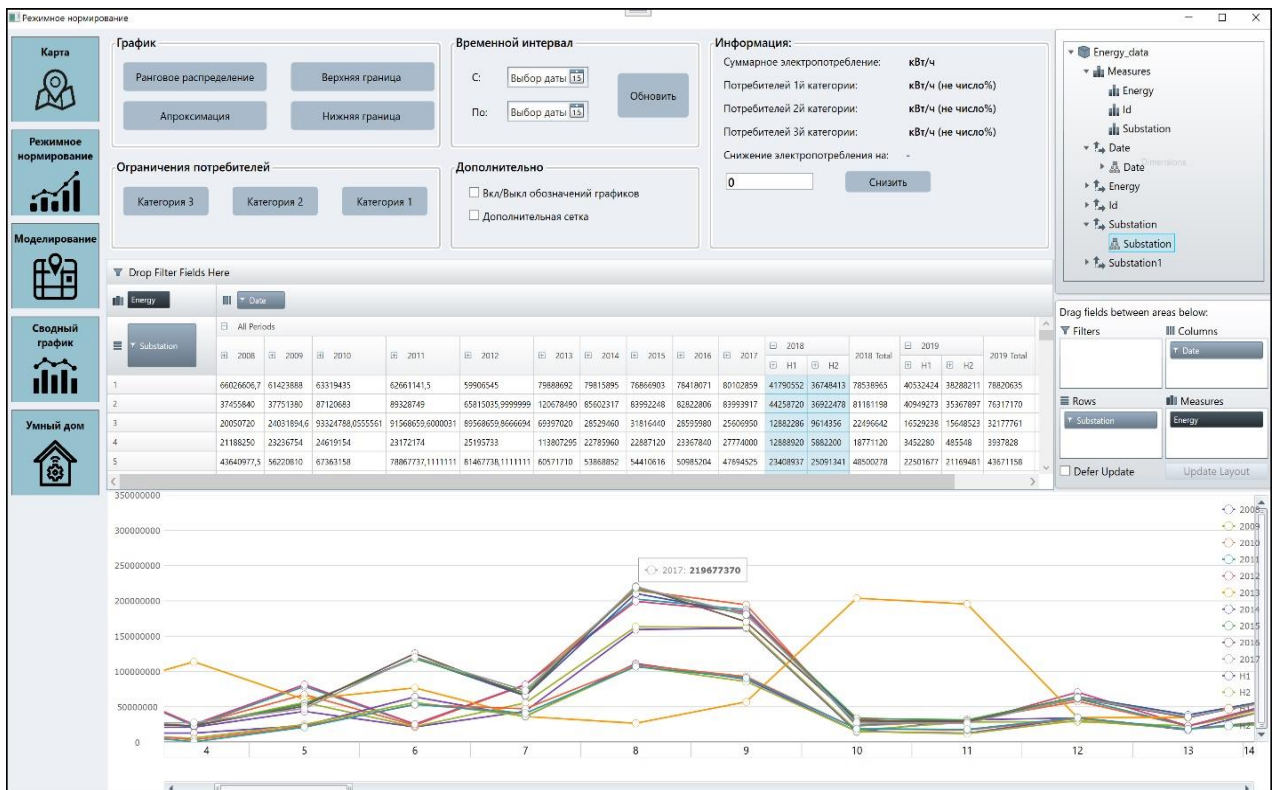


Рис. 6. Модуль «Сводный график»

Последний модуль «Умный дом» демонстрирует интерактивный макет умного дома, снабженным устройствами режимного ограничения (рис. 6).

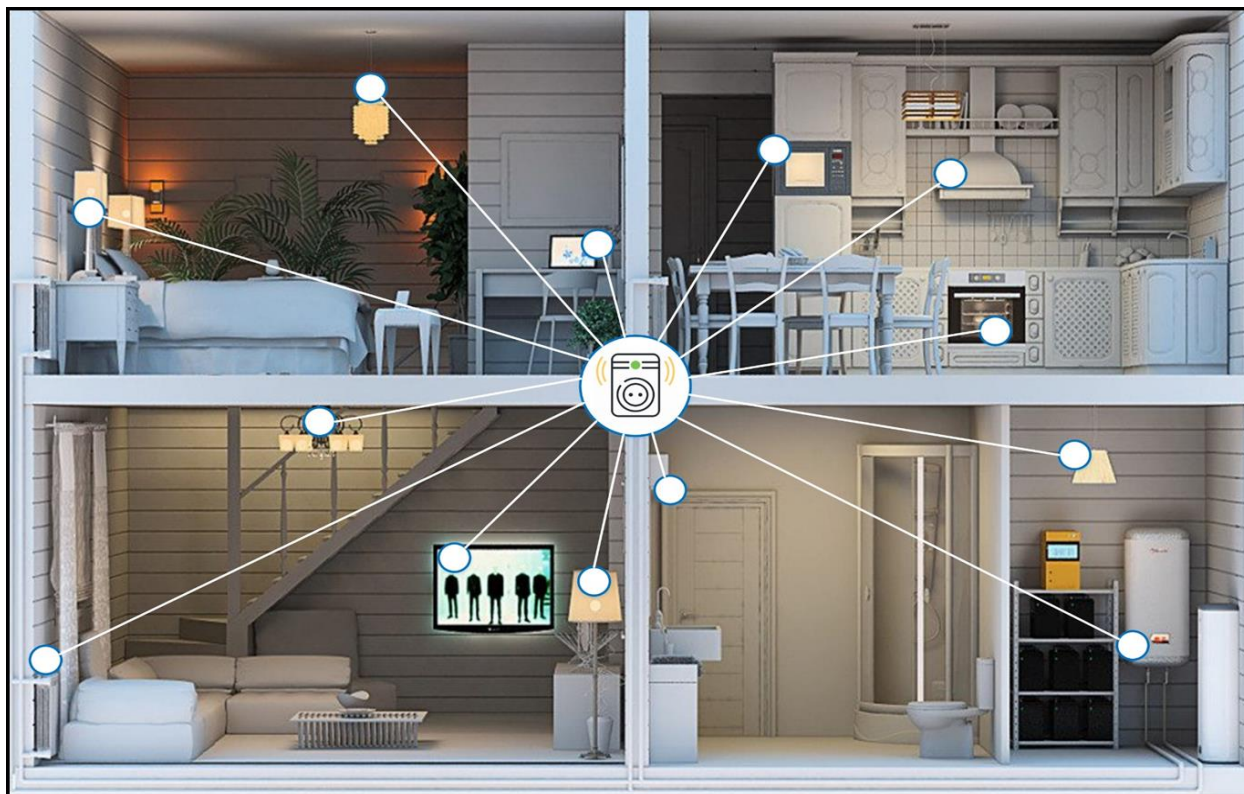


Рис. 7. Модуль «Умный дом»

Этот модуль позволяет делить приемники электрической энергии на 3-ю категорию, 2-ю категорию и 1-ю категорию, а также моделировать ограничения по электропотреблению согласно R-3 режима, R-2 режима и R-1 режима. Фактически модуль «Умный дом» моделирует процедуру режимного нормирования внутри одного или нескольких помещений в особых режимах функционирования, характеризующихся вынужденным планомерным снижением электропотребления. В рамках систем «умного дома» можно управлять процессом электропотребления ограничивая пользователя от электропотребления путем отключения ненужных, лишних или забытых приборов, ввода режима экономии электроэнергии.

Программное обеспечение для управления электропотреблением при эксплуатации объектов техноценологического типа разработано на языке C#, с использованием таких технологий как WPF, Entity Framework, а также с использованием таких библиотек как MathNet и фреймворк Infragistics.

При разработке программного обеспечения был использован принцип предметно-ориентированного проектирования, позволяющий создавать оптимальные системы объектов. Другими словами, были созданы программные абстракции, название которых - модель предметных областей. Эти модели содержат программную логику, которая создает связь между реальными условиями среды, где применяется продукт и самим программным кодом.

Программное обеспечение имеет многоуровневую архитектуру и включает в себя четыре уровня, такие как слой представления, слой сервисов, слой бизнес логики и слой доступа к данным (рис. 8). В свою очередь слои разделяют функциональность программного обеспечения на представление, обработку и хранение данных.

Многоуровневая архитектура хороша тем, что помогает представлять гибкую и повторно-используемую модель. Разделяя проект на слои или абстракции, разработка может вестись независимо. Другими словами, можно вносить изменения только в один слой или части слоя и при этом не нужно переделывать проект целиком. Слои как бы выступают независимыми элементами со слабыми связями. Внутри каждый слой состоит из набора логически связанных, а также независимых компонентов. В качестве этих компонентов могут выступать различные классы, интерфейсы, реа-

лизации библиотек и прочая программная логика. Слои строго подчинены друг другу и перескакивать с одного уровня на другой нельзя. Доступ к слою открыт только для выполнения строго классифицированных задач. Слои спроектированы так, чтобы выполнять только определённые задачи, которые уменьшают издержки передачи и вычисления данных и обеспечивают легкость поддержки всей системы.

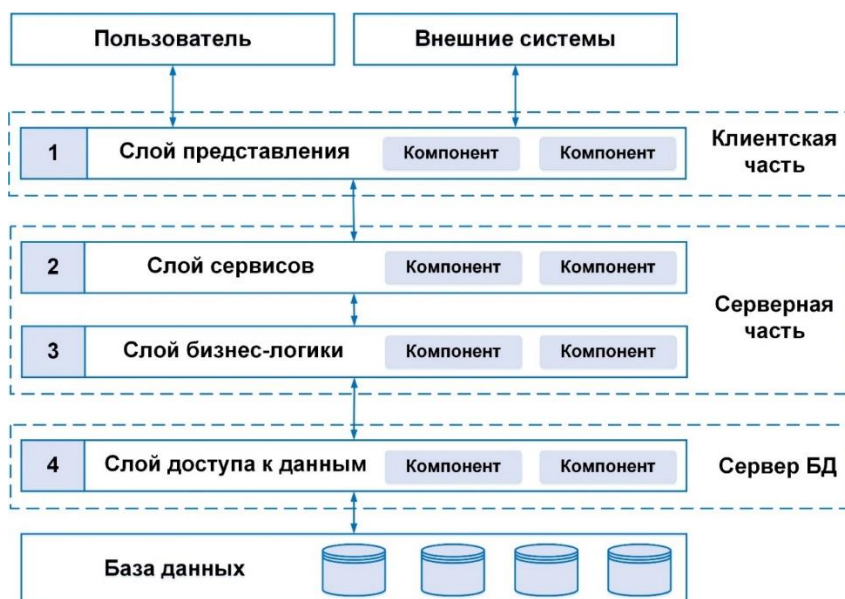


Рис. 8. Архитектура программного обеспечения

Слой представления содержит в себе визуальное оформление всех экранов программного обеспечения, которые взаимодействуют с конечным пользователем, любые пользовательские интерфейсы.

Слой сервисов представляет собой надстройку над слоем бизнес-логики, который объявляет набор допустимых действий, методов и определяет четкую границу для взаимодействующих с ним компонентов, которые могут являться как внешними, так и внутренними, а также обрабатывает получение и передачу промежуточных данных. К этому слою относятся программные интерфейсы приложения (API) для взаимодействия с внешними устройствами режимного ограничения, датчиками, инфраструктурными устройствами и другим программным обеспечением. Как дополнение слой содержит межплатформенные связующие компоненты.

Слой бизнес-логики – это наиболее важный слой, некая совокупность и реализация правил и зависимостей поведения объектов предметной области. В этом слое происходит реализация предметной области, к которой относится аппроксимация ранговых распределений, интервальное оценивание, расчетный модуль снижения электропотребления с использованием метода золотого сечения, а также различные модели подготовки данных для слоя представления. Дополнительно тут находятся различные перехватчики запросов, валидация данных, формируется целевая функция по режимному нормированию, строятся R-распределения.

Слой доступа к данным является своего рода объектно-реляционным представлением данных, интерфейсом для доступа к данным, хранимым в постоянном хранилище данных – реляционной базе данных. Слой предоставляет упрощенный доступ к информации. Этот слой напрямую, посредством объектно-ориентированной технологии Entity Framework и языка запросов LINQ, получает доступ к данным и выполняет CRUD операции над ними. Слой доступа к данным создает модуль с высоким уровнем абстракции за счет того, что он получает объект из таблицы базы данных с атрибутами вместо строк.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техника, техносфера, энергосбережение [Сайт] / В.И. Гнатюк // Электрон. дан. 2014. – Режим: доступа: <http://www.gnatukvi.ru>, свободный, [рег. от 23.11.2005 № 5409].

2. Гнатюк В.И., Шейнин А.А. Нормирование электропотребления регионального электротехнического комплекса: Экономические проблемы энергетического комплекса. – М.: ИНП РАН, 2012. – 102 с.
3. Гнатюк В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Статья] // Электрон. дан. 2018. – Режим: доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/zakon.pdf>.
4. Меркулов А.А. Универсальный паттерн организации ситуационных центров [Статья] / А.А. Меркулов, А.В. Колесников // Электрон. дан. 2018. – Режим: доступа: <http://gnatukvi.ru/index.files/pattern.pdf>.
5. Гнатюк В.И., Луценко Д.В. Потенциал энергосбережения регионального электротехнического комплекса: Экономические проблемы энергетического комплекса. – М.: Изд-во ИНП РАН, 2013. – 107 с.

MANAGEMENT SOFTWARE POWER CONSUMPTION DURING OPERATION OBJECTS OF TECHNOLOGICAL TYPE

Morozov Dmitriy Gennadievich, Graduate student

FGAOU VO "BFU them. Kant", Kaliningrad, Russia, e-mail: morozov@dmitry.by

Specialized software is used in power grid companies to solve complex cybernetic tasks. This software mainly allows you to receive, process and analyze data on the measured parameters and the state of objects with different storage discreteness. However, there are no programs that allow reducing the power consumption of objects in isolated mode. The article presents a description of the software for the implementation of regime rationing of power consumption, which allows to eliminate the above drawback.

УДК 795.015.62

ФОРМИРОВАНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДАМИ РАНГОВОГО АНАЛИЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

¹Смирнов Лев Петрович, научный сотрудник

²Меркулов Александр Алексеевич, директор технопарка КГТУ

¹ООО «КИЦ Техноценоз», Калининград, Россия, e-mail: sleon83@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Калининград, Россия, e-mail: alexandr.merkulov@klgtu.ru

Описывается методика формирования номенклатуры технических изделий. Применение методики позволит сформировать рациональный номенклатурный состав системы путем выбора наилучшего варианта из возможных. Совершенствование системы осуществляется посредством применения научно обоснованных методов, при этом использование комплексных показателей и учет унификации технических изделий дает возможность учесть большее количество влияющих факторов и в среднесрочной перспективе добиться экономии денежных средств на всестороннее обеспечение.

Формирование (совершенствование) номенклатурного состава технических изделий какого-либо комплекса или системы осуществляется исходя из решаемых задач с учетом экономической

эффективности. К основным методам совершенствования технических систем относятся: упрощение системы, выбор наиболее надежных элементов, изменение структуры системы, стандартизация и унификация элементов системы.

Выбор конкретных видов изделий со схожими параметрами из множества может быть затруднителен, кроме того выбор и встраивание в систему нового образца не всегда ведет к улучшению функционирования всей системы в силу проблем, связанных с «...невозможностью адекватного обеспечения жизненного цикла системами управления, восстановления, снабжения, подготовки кадров, утилизации и т.д.». В связи с этим видится необходимость предложить порядок выбора конкретных видов технических изделий, позволяющий сформировать (усовершенствовать) номенклатуру, отвечающую требованиям функциональности и экономичности.

Часто бывает, что элементы технических систем невозможно оценить по какому-то одному показателю, в этом случае целесообразно использовать комплексный показатель – свертку наиболее значимых показателей с учетом коэффициентов весомости.

Предложенный порядок позволит оценить качество системы, основываясь на комплексном применении показателей и оказать помощь при принятии решения по ее совершенствованию.

Основным критерием совершенствования технических систем будет являться максимизация комплексного показателя качества (КПК), представляющего собой мультипликативную свертку частных составляющих:

$$K P_k = K_y^{q_1} \cdot K_h^{q_2} \cdot K P_3^{q_3}, \quad (1)$$

где $K P_k$ – комплексный показатель качества;

K_y – коэффициент унификации;

K_h – коэффициент системной устойчивости;

$K P_3$ – комплексный эксплуатационный показатель;

q – весомость мультипликативных составляющих, $\sum q = 1$.

Комплексный эксплуатационный показатель (КЭП) характеризует относительный эксплуатационный уровень технической системы. КЭП представляет собой отношение суммарного значения эксплуатационного показателя качества (ЭПК) всей совокупности технических изделий к численности этих изделий в системе:

$$K P_3 = \frac{Q_\Sigma}{N} \quad (2)$$

где Q_Σ – суммарное значение эксплуатационного показателя качества технических изделий (суммарный параметрический ресурс);

N – численность технических изделий в системе.

Эксплуатационный показатель качества – комплексный показатель, характеризующий относительный эксплуатационный уровень технического изделия. ЭПК представляет собой совокупность взвешенных значений показателей эксплуатационных свойств технического изделия.

$$Q = \sum_{i=1}^S K_i \Pi_i \quad (3)$$

где S – количество показателей;

K_i – коэффициент весомости i -го показателя, определяется экспертным методом.

Π_i – нормированное значение i -го показателя.

Таким образом, рассчитав значение ЭПК для каждого вида технического изделия, а также для альтернативных вариантов необходимо построить распределения: ранговое видовое, ранговое параметрическое и видовое по параметру, где в качестве параметра распределения использовать ЭПК. Далее, используя методологию номенклатурной оптимизации, решить прямую (определения

численности по значению параметра) или обратную (определение значения параметра по известной численности) задачу номенклатурной оптимизации для определения места встраиваемых образцов в технической системе (рис. 1).

Для достижения большего экономического эффекта, процедуры номенклатурной оптимизации целесообразно проводить совместно с процедурами унифицирования.

Коэффициент унификации рассчитывается следующим образом:

$$K_y = 1 - \frac{n - n_{kat}^{(min)}}{N} \quad (4)$$

где n – количество видов технических изделий в системе;

N – численность технических изделий в системе;

$n_{kat}^{(min)}$ – минимально возможное количество видов технических изделий (обусловлено функциональностью системы).

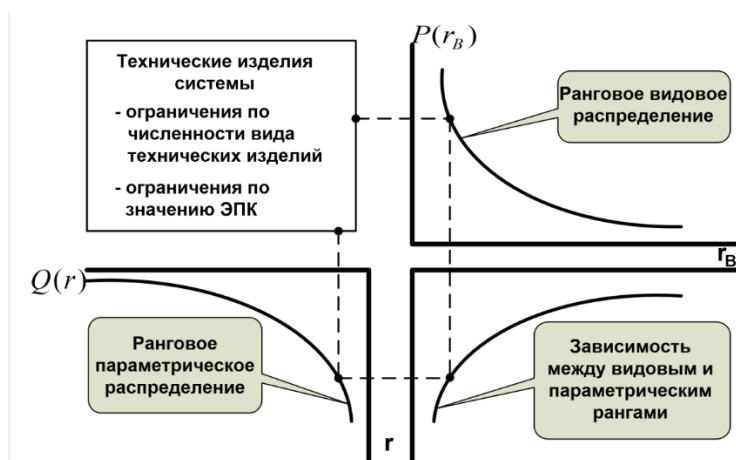


Рис. 1. Номограмма технической системы по параметру ЭПК

Приспособленность системы выполнять поставленные задачи в широком диапазоне условий характеризуется коэффициентом системной устойчивости. Данный коэффициент основывается на вычислении показателей ресурсной энтропии, количественно отражающей степень неравномерности распределения параметрического ресурса между кластерами системы (видами технических изделий).

$$K_h = \frac{H}{H_{max}} \quad (5)$$

где K_h – коэффициент системной устойчивости;

H – значение ресурсной энтропии системы;

H_{max} – максимальное значение ресурсной энтропии данной системы.

$$H_{max} = \ln(n) \quad (6)$$

где n – количество видов технических изделий в исследуемой системе

Таким образом, при изменении номенклатурного состава технических изделий значение формируемого варианта системы должно быть не ниже данного показателя базового варианта.

Схема методики совершенствования технических систем представлена на рисунке 2.

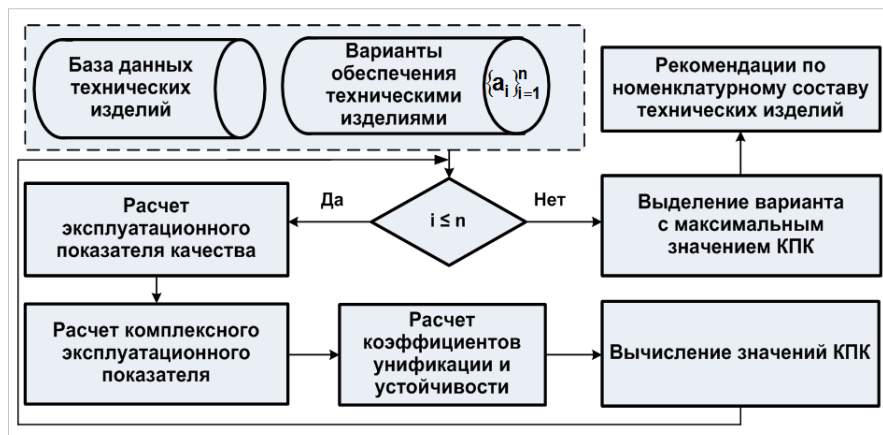


Рис. 2. Схема методики совершенствования технических систем

Применение методики позволит сформировать рациональный номенклатурный состав системы путем выбора наилучшего варианта из возможных. Совершенствование системы осуществляется посредством применения научно обоснованных методов, при этом использование комплексных показателей и учет унификации технических изделий дает возможность учесть большее количество влияющих факторов и в среднесрочной перспективе добиться экономии денежных средств на всестороннее обеспечение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монграфия] / В. И. Гнатюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные – Калининград : [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2014]. – Режим доступа <http://gnatukvi.ru/ind.html>, свободный, [рег. от 15.07.2005 № 5045].
2. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия термины и определения.– Введ. 01.07.1979.– М. : Издательство стандартов, 1979.– 23 с.
3. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монграфия] / В. И. Гнатюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2014]. – Режим доступа <http://gnatukvi.ru/ind.html>, свободный, [рег. от 15.07.2005 № 5045].

FORMATION OF THE NOMENCLATURE OF TECHNICAL PRODUCTS BY METHODS OF RANK ANALYSIS USING A COMPLEX INDICATOR

¹Smirnov Lev Petrovich, research fellow

²Merkulov Alexander Alexeyevich, Director of KSTU Technopark

¹OOO KIC "Tekhnocnoz", Kaliningrad, Russia, e-mail: sleon83@mail.ru

²Kaliningrad state technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: alexandr.merkulov@klgtu.ru

The article describes the method of forming the nomenclature of technical products. The application of the methodology will allow to form a rational nomenclature composition of the system by choosing the best possible option. The improvement of the system is carried out through the use of scientifically based methods, while the use of complex indicators and the accounting of the unification of technical products makes it possible to take into account a greater number of influencing factors and in the medium term to achieve savings of money for comprehensive provision.

РАЗРАБОТКА ИНДЕКСА ОПТИМАЛЬНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

¹Шейнин Александр Анатольевич, канд. техн. наук, научный сотрудник

²Геллер Борис Львович, канд. техн. наук, доцент

¹БФУ им. И. Канта, Калининград, Россия, e-mail: sheynin@mail.ru

²Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия, e-mail: geller149@yandex.ru

С целью формирования здорового образа жизни и профилактики неинфекционных заболеваний, становится все более актуальным вопрос персонификации двигательной активности. Описывается процесс разработки индекса оптимальной физической активности, который отличается: персонификацией, динамичностью изменения во времени, нормировкой (от 0 до 100) и имеет четыре зоны для оценки физической активности человека. Разработка индекса оптимальной физической активности является развитием методики оптимального управления двигательной активности человека. Индекс вычисляется на основе частоты сердечных сокращений (пульса).

Введение

В рамках реализации «Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года» [1] предполагается достижение следующих показателей: увеличения доли жителей ведущих здоровый образ жизни и систематически занимающихся физической культурой и спортом, до 55,5%; сокращение темпов прироста первичной заболеваемости ожирением до 5% и смертности в трудоспособном возрасте до 340 случаев на 100 тыс. населения [1].

В связи, с этим становится актуальным вопрос персонификации при дозировании интенсивности физической активности. Министерством здравоохранения РФ предложены рекомендации по занятию спортом [2], но они носят больше общий и информативный характер – в них не рассмотрен вопрос персонификации интенсивности нагрузки и у конкретно взятого человека отсутствует научно обоснованный показатель, который отличается персонификацией и динамичностью. Под динамичностью понимается – свойство показателя изменяться во времени. Для обеспечения оптимального эффекта при занятиях физической культурой и спортом следует добиваться соответствия величины нагрузок функциональным возможностям организма. Наиболее информативным, объективным показателем реакции организма на физическую нагрузку является величина частоты сердечных сокращений (ЧСС или частота пульса в уд/мин). В настоящей статье впервые представляется разрабатываемый индекс для дозирования физической активности, основанный на ЧСС.

1. Методика оптимального управления двигательной активности

На сегодняшний день отечественные подходы в области оптимизации двигательной активности по ЧСС можно разделить на классический и ценологический (рис. 1). Анализ зарубежного опыта персонификации интенсивности физической активности показал, что Норвежским университетом науки и технологий разработан индекс физической активности PAI (Personal Activity Intelligence), который показывает, достаточно ли человек двигается, чтобы оставаться здоровым и продлить активное долголетие [3]. PAI вычисляется на основе ЧСС и отображается в виде общего показателя за 7 дней. Алгоритм расчета не раскрывается, но принцип его работы прост: чем чаще бьется сердце, тем больше очков PAI можно заработать. Данный показатель внедрен в фитнес-трекеры, браслеты и смарт-часы, которые имеют функцию постоянного отслеживания пульса [3]. В рамках разрабатываемого индекса, основанного на методике управления активностью [4-8], для информативности предлагается дополнить нормировкой от 0 до 100 баллов.



Рис. 1. Подходы в области дозирования физической нагрузки

Автором разработана методика управления двигательной активностью [4-8], основанная на законе энергетического баланса человеческого организма [4]. Оптимальное управление двигательной активностью человека с учетом ЧСС осуществляется в виде связанной методики в четыре этапа (рис. 2). При этом, новые пункты методики выделены цветом на рисунке.

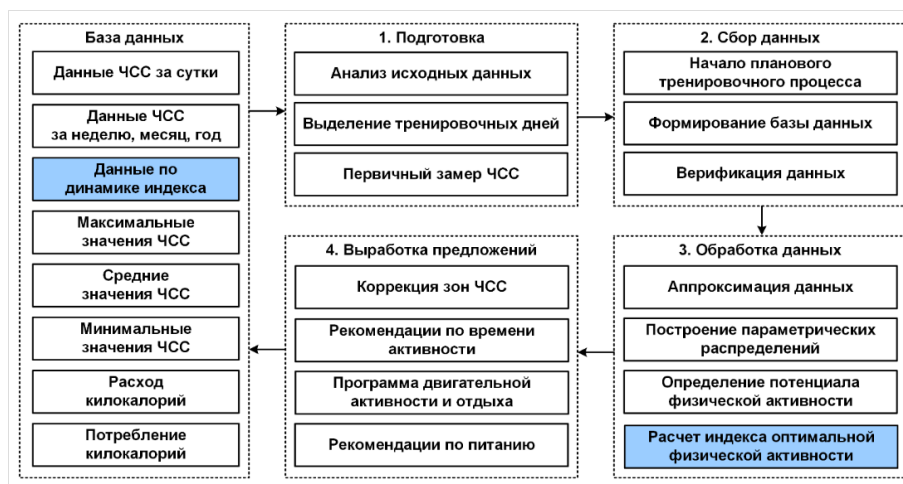


Рис. 2. рас залог Этапы методики оптимального управления двигательной активностью

На первом этапе происходит анализ исходных данных и первичный замер ЧСС [4-8]. На втором этапе формируется база данных (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		01.03.2018	02.03.2018	03.03.2018	04.03.2018	05.03.2018	06.03.2018	07.03.2018	08.03.2018	09.03.2018	10.03.2018	11.03.2018	12.03.2018
2	0:00	53	50	51	48	48	50	50	56	56	52	55	48
3	0:01	52	50	53	49	50	52	65	56	56	50	48	48
4	0:02	53	50	49	50	49	50	63	63	58	52	49	49
5	0:03	52	49	49	51	50	57	58	52	49	51	50	50
6	0:04	53	50	54	51	49	57	55	52	49	52	49	52
7	0:05	53	49	49	49	46	51	50	56	54	51	49	53
8	0:06	50	49	50	50	46	51	50	56	58	52	50	52
9	0:07	50	50	50	50	48	51	54	57	55	50	49	53
10	0:08	52	50	51	49	48	50	47	70	56	51	50	54
11	0:09	51	50	49	50	49	51	48	58	58	51	51	47
12	0:10	60	51	50	49	51	51	48	54	60	50	50	48
13	0:11	55	58	50	49	55	55	49	53	62	51	50	49
14	0:12	49	50	50	50	55	48	49	53	59	51	50	50
15	0:13	52	49	49	50	49	49	50	54	60	65	50	51
16	0:14	50	54	51	49	58	49	51	54	60	59	48	51
17	0:15	50	50	50	49	49	49	52	55	60	59	48	51
18	0:16	51	50	50	48	49	53	56	61	61	59	48	51
19	0:17	56	52	50	50	47	48	52	55	64	59	48	51

Рис. 3. База данных ЧСС

На третьем этапе осуществляется обработка данных путем аппроксимации значений и построения ранговых параметрических распределений (рис. 4) [4-8].

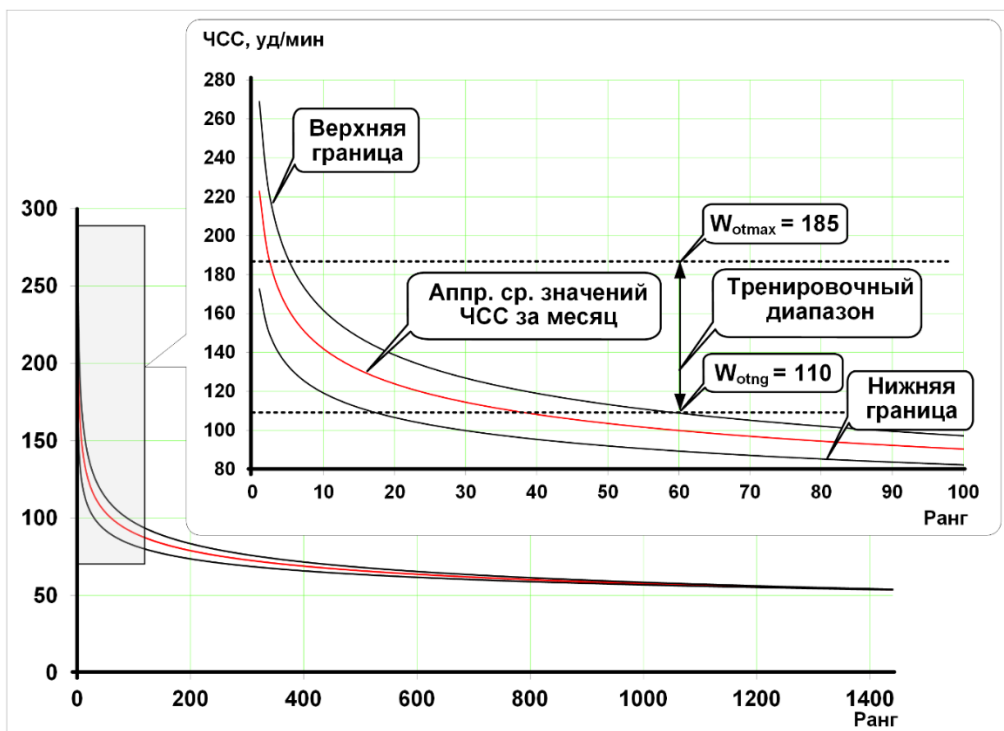


Рис. 4. Верхняя и нижняя границы тренировочной нагрузки

На четвертом этапе методики формируются рекомендации по нахождению в зонах ЧСС во время занятий физической культурой (таблица 1) [4-8].

Таблица 1

Рекомендуемое время нахождения в зонах ЧСС

Название зоны ЧСС	ЧСС, уд/мин	Уровень подготовки			Тип нагрузки и эффект
		Начинающий	Средний	Продвинутый	
Анаэробная	168 – 185	1 мин	4 мин	8 мин	Кардио, анаэробный
Пороговая	149 – 167	1 мин	4 мин	7 мин	Кардио, анаэробный
Аэробная	131 – 148	4 мин	7 мин	12 мин	Кардио, аэробный
Средняя	110 – 130	9 мин	22 мин	31 мин	Фитнес, аэробный
Общее время тренировки	–	15 мин	37 мин	58 мин	–
Физическая интенсивность	–	Оздоровительная	Средняя	Большая	–

2. Разработка индекса оптимальной физической активности

Индекс оптимальной физической активности (Index of optimal physical activity) – индекс, который отображает общую физическую активность за неделю в диапазоне от 0 до 100 (рис. 5). Данный индекс разработан на базе методики оптимального управления двигательной активностью и является ее дальнейшим развитием (рис. 1). Расчет индекса осуществляется на 3 этапе методики.

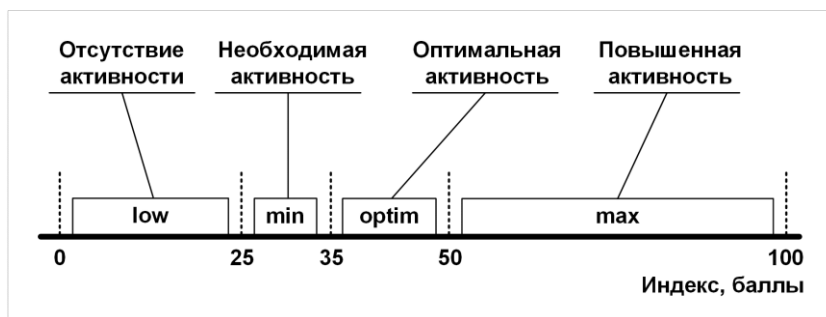


Рис. 5. Индекс оптимальной физической активности

Индекс формируется на основе границ тренировочной нагрузки (рис. 4). Данные нижней границы – показывают минимальное и необходимое количество минут для занятий физической активностью на частоте свыше 110 уд/мин за один день. Нагрузка на нижней границе носит больше оздоровительный характер (табл. 1) с общим временем тренировки 15 мин., а нагрузка на верхней границе уже для продвинутого уровня – 58 мин. Значения нижней и верхней границ получены на основе аппроксимаций значений ЧСС за предыдущий месяц и носят рекомендательный характер по физической нагрузке на день (рис. 4).

Для получения минимального и максимального недельного временного значения 15 мин. и 58 мин. умножаются на 7, получается, что минимальной временной нормой для поддержания еженедельной физической активности для конкретного человека является 105 мин., а максимальной – 406 мин. Индекс формируется благодаря этим значениям, где за 100 баллов принимается еженедельные занятия общей продолжительностью 406 мин. с соответствующей дифференциацией по зонам (табл. 1). Таким образом, индекс нормирован до 100 баллов, где выделяется 4 зоны (рис. 5):

- до 25 баллов – низкая физическая активность;
- от 26 до 35 баллов – минимальная (необходимая);
- от 36 до 50 баллов – оптимальная (рекомендуемая);
- от 51 до 100 баллов – максимальная (повышенная).

Для достижения оздоровительного эффекта (25 баллов) нет необходимости тренироваться 7 раз в неделю по 15 мин. Для достижения минимальной нормы (25 баллов, от 105 мин. в неделю) есть несколько вариантов:

- средняя активность по 37 мин, 3 раза в неделю и более;
- активность продвинутого уровня по 58 мин, 2 раза в неделю и более;
- любые другие комбинации с суммарной еженедельной активностью более 105 мин.

При расчете индекса учтены следующие нюансы:

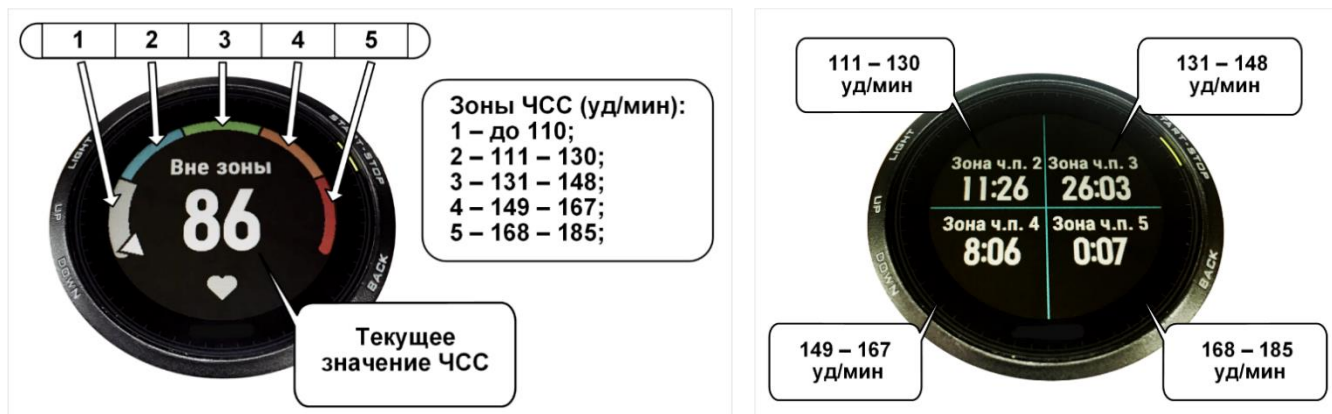
1. Все время физической нагрузки свыше 58 мин. за один день не учитывается. Это стимулирует заниматься минимум два раза в неделю.

2. Для достижения 100 баллов необходимо «заполнить» все зоны ЧСС (табл. 1). Это стимулирует дифференцированно распределить интенсивность нагрузки во время тренировок.

3. Для предотвращения «выхода» за норму в определенной зоне ЧСС, например, в анаэробной – все время свыше 8 минут – не учитывается (табл. 1).

4. После обновления базы данных ЧСС через определенный период (неделя, месяц, год) индекс изменяться. Для набора 100 баллов может понадобиться больше или меньше усилий в зависимости от прошедшего периода.

На данном этапе ведется работа по изучению свойств индекса оптимальной физической активности и возможностей его внедрения в носимые устройства отечественных и зарубежных производителей. Сейчас занятия физической культурой и спортом проводятся с ориентиром на таблицу 1. Текущие значение ЧСС и время нахождения в зонах ЧСС отображается на экранах часов в режиме реального времени (рис. 6), что позволяет контролировать рекомендуемые нормы физической активности.



чеки залог

Рис. 6. Экраны часов:

а – с текущей ЧСС в данный момент времени; б – со временем нахождения в зонах ЧСС.

Заключение

Таким образом, впервые для наглядной оценки еженедельной физической нагрузки предложен индекс оптимальной физической активности, который является научнообоснованным показателем, отличающийся персонализацией, динамичностью и нормировкой от 0 до 100 баллов. Индекс разработан на базе методики оптимального управления двигательной активностью и является ее дальнейшим развитием [4-8]. На данном этапе разработки индекс оптимальной физической активности продолжает совершенствоваться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минздрава России от 15.01.2020 № 8 «Стратегия формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года».
2. Минздрав России // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://minzdrav.gov.ru/news/2020/02/18/13372-spetsialistami-minzdrava-rossii-razrabotany-rekomendatsii-po-zanyatiyu-sportom-dlya-naseleniya> (дата обращения 22.06.2022).
3. Sophie K. Kieffer, Javid Nauman, Kari Syverud, Hege Selboskar, Stian Lydersen, Ulf Ekelund, Ulrik Wisløff. Association between Personal Activity Intelligence (PAI) and body weight in a population free from cardiovascular disease – The HUNT study The Lancet Regional Health – Europe Volume 5, June 2021, 100091.
4. Шейнин, А.А. Закон энергетического баланса человеческого организма: Трактат о здоровье. - Калининград: КИЦ "Техноценоз", 2020. - Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/troz.pdf>, свободный.
5. Шейнин, А.А. Управление двигательной активностью морских специалистов в рейсе с использованием интеллектуальных технологий / В.И. Гнатюк, А.А. Зайцев, А.А. Шейнин // Морские интеллектуальные технологии. - М.: Научно-исследовательский центр "МОРИНТЕХ". - 2019. - № 4 (46), т. 4. - С. 88 - 93. - Web of Science.
6. Шейнин, А.А. Методика оценки двигательной активности спортсмена на основе рангового анализа / А.В. Бугаев, И.Г. Виноградов, А.А. Шейнин // Научно-теоретический журнал "Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта". - Санкт-Петербург: Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта. - 2020. - 1(179), - С.343 - 352.
7. Шейнин, А.А. Особенности управления двигательной активностью человека с применением рангового анализа частоты сердечных сокращений / Зайцев, А.А. Шейнин // Восток - Россия - Запад. Физическая культура, спорт и здоровый образ жизни в XXI веке. Материалы XXII международного симпозиума. - Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта. - 2021. - С. 33 - 38.

8. Шейнин, А.А. Управление двигательной активностью человека с использованием рангового анализа / А.А. Зайцев, А.А. Шейнин // Балтийский морской форум. Материалы VII Международного Балтийского морского форума. В 6-ти томах. - Калининград: БГА РФ ФГБОУ ВО "КГТУ". - 2019. - С. 597 - 608.

DEVELOPMENT OF THE INDEX OF OPTIMAL PHYSICAL ACTIVITY

¹Sheynin Alexander Anatolevich, Candidate of Technical Sciences, Researcher

²Geller Boris Lvovich., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, e-mail: sheynin@mail.ru

²Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: geller149@yandex.ru

In order to form a healthy lifestyle and prevent non-communicable diseases, the issue of personification of physical activity becomes more and more relevant. The article describes the process of developing an index of optimal physical activity, which is different: personification, dynamic change over time, normalization (from 0 to 100) and we have four zones for assessing the physical activity of a person. The development of an index of optimal physical activity is the development of a methodology for optimal control of human motor activity. The index is calculated based on the heart rate (pulse).

СЕКЦИЯ III. ИННОВАЦИИ В МОРСКОЙ ИНДУСТРИИ И МОРЕХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

SECTION III. INNOVATIONS IN THE MARINE INDUSTRY AND MARITIME ACTIVITIES

УДК 639.2.06

К ВОПРОСУ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ СХЕМ

¹Бабинцев Артем Юрьевич, аспирант

²Суконнов Анатолий Владимирович, канд. тех. наук, доцент

^{1,2}ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: ¹artem.babintsev.1996@mail.ru; ²anatoly.sukonnov@klgtu.ru

Рассматривается вопрос выбора критериев проектирования промысловых схем. На основе метода морфологических карт оценивается эффективность работы этих комплексов, также проводится оценка взаимосвязей технических параметров системы судно-промысловый комплекс от степени механизации промысловых операций. По результатам исследования получены аналитические и графические зависимости коэффициента механизации от мощности силовой установки судна и мощности рыбопромыслового оборудования установленного на нем.

При проектировании рыболовных судов первоначально подбирается такое промысловое оборудование, которое соответствовало бы оптимальной продуктивности ведения лова. Производительность технологического оборудования напрямую оказывает влияние на экономическую эффективность судов во время их использования.

В проводимом анализе проектирования промысловых судов зарубежных фирм, выявлена тенденция объединения устройств и механизмов в единую систему, следуя не только созданию приемлемых условий работы на судне, обеспечению ее безопасности и облегчению труда, но еще и эстетическому и эргономическому порядку.

Такой анализ показывает, что существуют тенденции совершенствования рыболовных комплексов, но методов проектирования этих комплексов разработано не было. Однако, можно выделить главную цель разработки такого метода, это непосредственно оптимизация промысловых схем для конкретных видов лова и насыщение их механизмами с учетом энергетических возможностей.

Таким образом, для выбора критериев было проведено исследование различных промысловых схем судов с траловым видом лова. Их диапазон варьировался от малых рыболовных траулеров (МРТ) до больших автономных траулеров морозильного типа (БАТМ), в количестве 22 единиц [1, 2].

В процессе проведения исследования для определения закономерностей были проанализированы такие параметры, как водоизмещение и площади траулера, его грузоподъемности и мощность главного двигателя, от энергосиловых параметров оборудования.

Для нахождения приоритета параметров, были рассчитаны: коэффициент детерминации с приемлемым уровнем значимости не менее 50 %; стандартная ошибка, определяющая точность выборочного среднего; значимость модели по критерию Фишера и р-значение, уровень статистической значимости которых не превышает 5 %. Результаты анализа сведены в табл. 1.

О репрезентативности выборки для генеральной совокупности свидетельствует стандартная ошибка между зависимыми параметрами.

С достаточно высокой достоверностью установлена зависимость мощности промышленного оборудования от мощности главного двигателя судна, что позволяет производить расчетные действия для промышленных схем.

Таблица 1.

Определение зависимых параметров судна от мощности оборудования

Параметры траулера	Водоизмещение судна, м	Площадь палубы, м ²	Грузоподъемность судна, т	Мощность главного двигателя судна, кВт
Значимость модели по критерию Фишера, %	0,0019			
R-квадрат, %	71,0			
Стандартная ошибка, %	4,0	52,0	27,0	6,0
p-значение, %	10,0	50,0	30,0	0,2

Следуя данным таблицы 1, установлена зависимость мощности промышленного оборудования от мощности главного двигателя для промышленных схем с ваерными и траловыми лебедками и представлен на графике.

На рисунке 1 представлена зависимость генеральной совокупности, соответствующей промышленным схемам с траловыми лебедками.

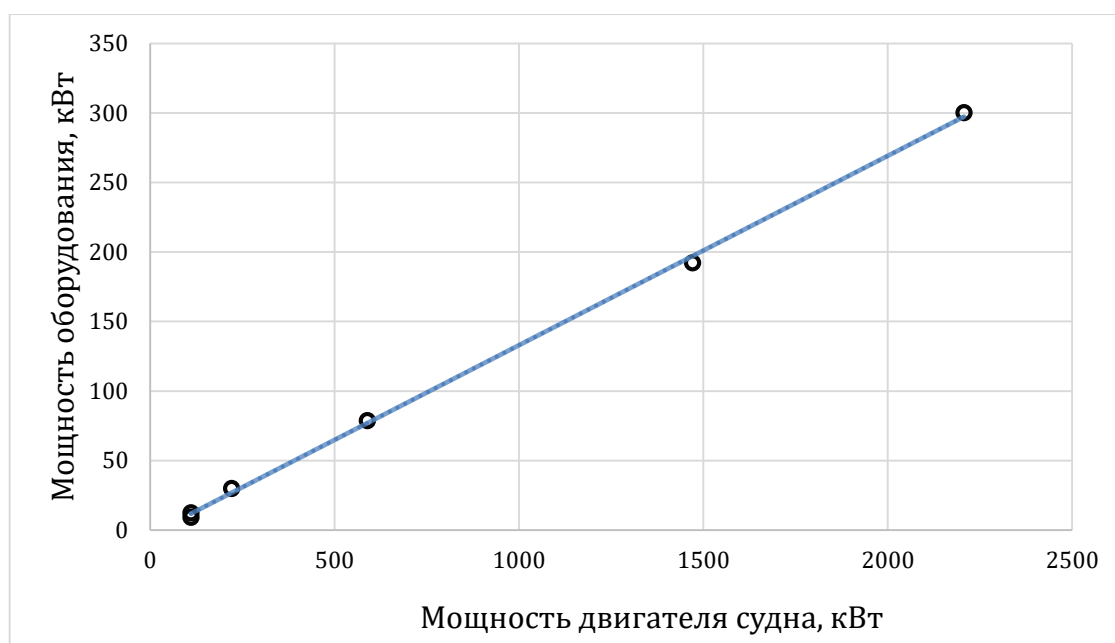


Рис. 1. График аппроксимирующей функции для промышленных схем с траловыми лебедками

Вид зависимости для мощности установочного оборудования судна имеет линейный характер и определяется следующей формулой:

$$\sum N_j = 0,14 \cdot N_i - 3,29; \tag{1}$$

где $\sum N_j$ – суммарная мощность оборудования на палубе судна;

N_i – мощность двигателя судна.

О хорошо подобранной модели уравнения свидетельствует средняя ошибка аппроксимации, которая при проверке полученной зависимости составила 6,1%. А качество такой модели характеризуется коэффициентом детерминации R-квадрат, равным 99%.

Определим зависимость выборки, соответствующей промышленным схемам с ваерными лебедками.

График аппроксимирующей функции представлен на рис. 2.

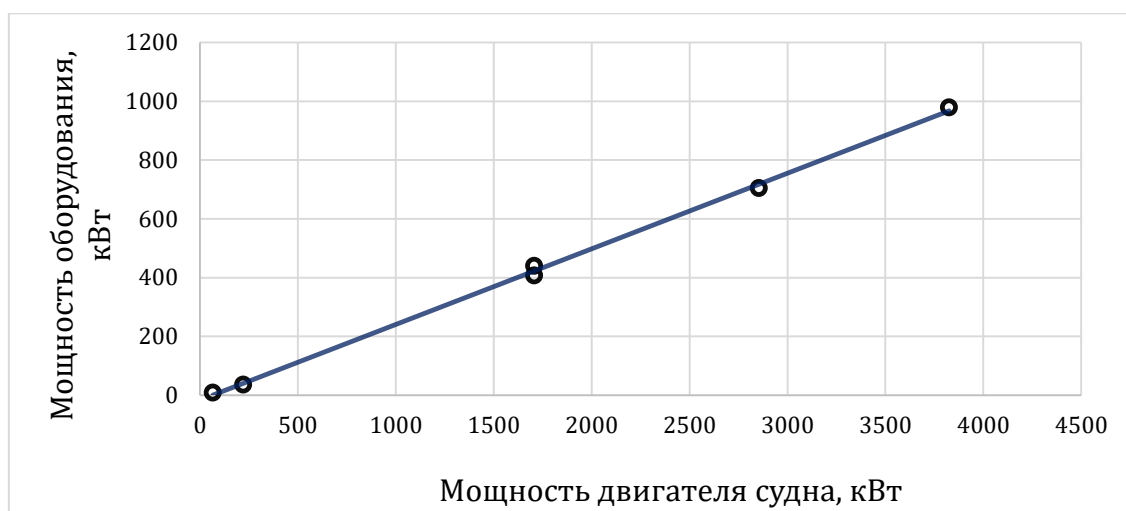


Рис. 2. График аппроксимирующей функции для промышленных схем с ваерными лебедками

Вид зависимости для мощности установочного оборудования судна имеет линейный характер и определяется следующей формулой:

$$\sum N_j = 0,26 \cdot N_i - 16,77. \quad (2)$$

О хорошо подобранной модели уравнения свидетельствует средняя ошибка аппроксимации, которая при проверке полученной зависимости составила 6,4%. А качество такой модели характеризуется коэффициентом детерминации R-квадрат, равным 99%.

Для разных промышленных комплексов проведена проверка на примере подобранных судов с соответствующими промышленными комплексами.

Таблица 2.

Проверочные данные траулеров с траловыми лебедками

Наименования траулеров	Мощность двигателя, кВт	Расчетная мощность оборудования, кВт	Установленная мощность оборудования, кВт
«Лучегорск»	2000,0	276,7	288
«Железный поток»	735,5	99,7	100
«Карелия»	234,3	29,5	30,2

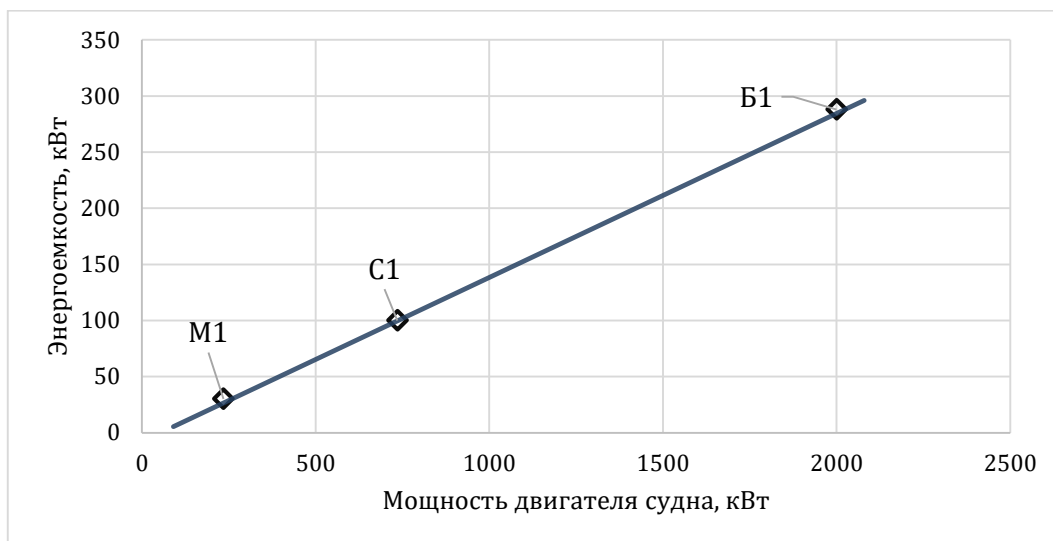


Рис. 3. Диаграмма проверочных данных энергоёмкости промышленного оборудования
 Fig. 3. Diagram of verification data of energy intensity of industrial equipment

Таблица 3.

Проверочные данные траулеров с ваерными лебедками

Наименования траулеров	Мощность двигателя, кВт	Расчетная мощность оборудования, кВт	Установленная мощность оборудования, кВт
«Кронштадт»	2000,0	503,2	490,0
«Оболонь»	1760	440,8	458,0
«Вымпел»	749,5	178,1	169,0

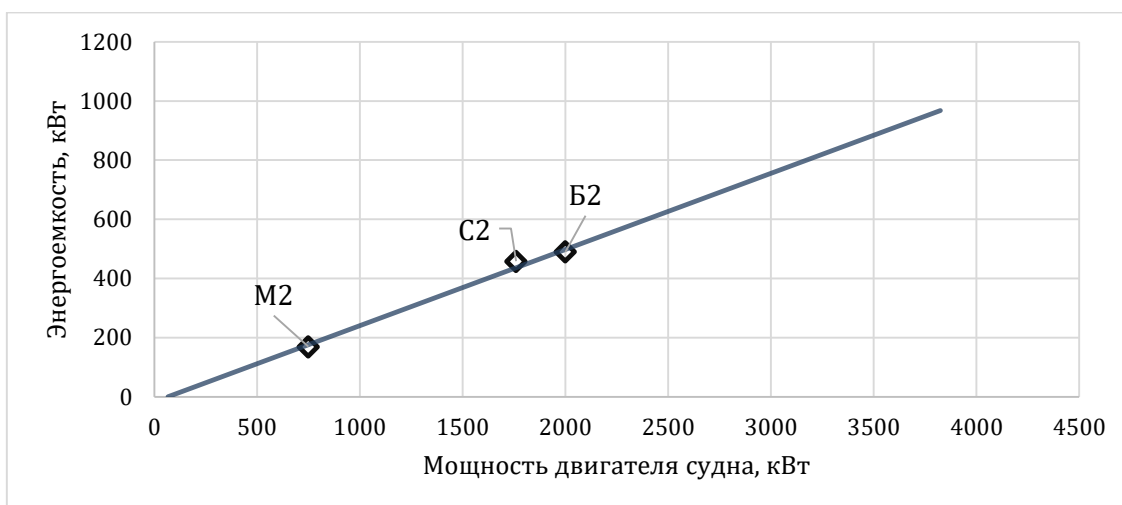


Рис. 4. Диаграмма проверочных данных энергоёмкости промышленного оборудования
 Fig. 4. Diagram of verification data of energy intensity of industrial equipment

По результатам проверки было установлено, что по полученным зависимостям промышленные комплексы, соответствующие проверочной выборке с вероятностью 95% попадают в диапазоне границ доверительного интервала. Для энергоёмкости промышленного оборудования с траловыми лебедками минимальное отклонение от полученной зависимости составляет 0,2 %, максимальное – 3,2 %. Для энергоёмкости промышленного оборудования с ваерными лебедками максимальное отклонение составляет 4 %, что соответствует значению 11,3 кВт.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что расчетные значения у выбранных судов оказываются в интервале значений, аппроксимирующих прямых, соответствующих установленным функциональным зависимостям.

Таким образом, результатом проводимого исследования стало установления зависимости энергонасыщенности оборудования, входящего в состав промысловых схем, от энергоемкости силовых установок. Такие зависимости могут быть применены при проектировании рыболовных комплексов для разных видов лова. Связи между зависимыми параметрами представлены уравнениями парной регрессии.

Но установленных в исследовании зависимостей, как показывает практика, недостаточно, при выборе для конкретных видов лова прототипа, при проектировании промысловых схем. Поэтому дополнительно рассматривался критерий, оценивающий степень механизации промысловых операций. Практика ведения рыболовного промысла свидетельствует о достаточно большой доле ручного труда, которая превышает 50%, что означает низкий уровень механизации промысловых схем. В свою очередь, такой результат указывает на недоиспользование производительных затрат времени на выполнение промысловых операций этих схем. Этот критерий позволяет оценить значимость прототипа с точки зрения работоспособности и эффективности.

Также, при разработке методов проектирования промысловых схем может дополнительно вводиться критерий безопасности выполнения промысловых операций. Так как при разработке метода проектирование промысловых схем необходимо использовать несколько критериев, которые позволяют всесторонне оценить промысловые схемы, с целью выбора более совершенной схемы, которая являлась бы прототипом для последующей разработки.

В настоящее время проводится исследование по оценки значимости критериев и выработке методологии проектирования промысловых схем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флот рыбной промышленности: справочник типовых судов / под ред. А. Б. Антипова. 3-е изд., доп. М.: Транспорт, 1990. С. 62–131.
2. Флот рыбной промышленности [Электронный ресурс]. URL: http://soviet-trawler.narod.ru/main_r/list_of_projects_ru.html (дата обращения: 20.09.2022 г.)

TO THE QUESTION OF CHOICE OF CRITERIA FOR DESIGNING FIELD SCHEMES

¹Babintsev Artem Yurievich, postgraduate student

²Sukonnov Anatoly Vladimirovich, candidate of technical sciences, Associate Professor

^{1,2}Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

"Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, Russia,

e-mail: ¹artem.babintsev.1996@mail.ru; ²anatoly.sukonnov@klgtu.ru

The report discusses the issue of choosing criteria for designing field schemes. Based on the method of morphological maps, the efficiency of these complexes is evaluated. As well as an assessment of the relationship of the technical parameters of the ship-trawl system, from the level of mechanization of fishing operations. Based on the results of the analysis, graphical and analytical dependencies were obtained.

ИННОВАЦИИ В КОНСТРУКТИВНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ СУДОВ В ШТОРМОВЫХ УСЛОВИЯХ

¹Бураковский Евгений Петрович, д-р техн. наук, профессор

²Бураковский Павел Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент

³Юсуп Вячеслав Михайлович, капитан 1 ранга, начальник кафедры теории, устройства и живучести корабля

^{1,3}ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия им. адмирала Н.Г. Кузнецова»

(филиал в г. Калининграде), Калининград, Россия,

e-mail: ¹e_burakovsky@mail.ru; ³v-y48@yandex.ru

²Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: paul_b@mail.ru

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности судов в штормовых условиях, когда вследствие зарываемости носовой оконечности судна в волну может произойти потеря остойчивости или разрушение его корпуса. С использованием технологии SPH выполнена оценка гидродинамических воздействий на корпус судна при зарывании его носовой оконечности в волну. Разработан комплекс инновационных конструктивных решений, направленных на обеспечение безопасности мореплавания в условиях шторма.

1. Моделирование взаимодействия носовой оконечности судна с волной

Статистические данные по потерям судов мирового флота показывают, что неблагоприятные погодные условия являются одной из основных причин гибели судов. Авторами был вскрыт новый механизм взаимодействия корпуса судна с волнами, реализующийся при обтекании носовой оконечности жидкостью при её зарывании в волну [1]. Результаты экспериментальных исследований гидродинамических сил и моментов, действующих на носовую оконечность судна при её зарывании в волну, представлены в монографии [1]. Также для оценки величины этих усилий может с успехом использоваться технология SPH, что было показано в ряде работ авторов. Ниже приведены некоторые результаты, полученные при моделировании взаимодействия носовой оконечности судна традиционной конструкции с волной в рамках технологии SPH. Для проведения численного эксперимента выполнялось построение трехмерной модели носовой оконечности, причем была создана серия моделей с различным отношением ширины корпуса к высоте. В ходе испытаний модель носовой оконечности помещалась в поток жидкости, при этом угол наклона палубы к набегающему потоку (угла крена θ) варьировался.

На рис. 1 представлен график изменения вертикальных усилий, действующих на носовую оконечность корпуса судна в зависимости от его крена θ при вариации отношения B/H (B – ширина корпуса судна; H – высота корпуса судна; $P_z(\theta)$ – вертикальное усилие при некотором угле крена θ ; $P_z(0)$ – вертикальное усилие при обтекании перпендикулярно палубе судна). Видно, что при $B/H=2$ вертикальные усилия в зависимости от угла крена θ сначала падают примерно на 20%, а затем незначительно возрастают.

При $B/H=1,66$ наблюдается та же тенденция, только уровень падения составляет чуть меньше 10%. На остальных корпусах наблюдается монотонное возрастание вертикального давления вплоть до угла крена $\theta=90^\circ$. Так, при $B/H=1,33$ этот рост составляет около 25%, а при $B/H=2$ – 85%. Представленные закономерности определяются, главным образом, наличием плоскостей различной площади палубных и бортовых перекрытий. Анализ результатов показывает, что с уменьшением соотношения B/H уровень вертикальных давлений растёт.

Как было показано с использованием технологии SPH, при зарывании носовой оконечности во встречную волну на неё действуют гидродинамические силы (вертикальные, т.е. в направлении

обтекания P_z , а также боковые, т.е. перпендикулярно скорости судна P_y) и моменты. При этом величина вертикальной составляющей P_z , действующей в направлении обтекания, может быть такой, что общая продольная прочность судна в ряде случаев оказывается не обеспеченной.

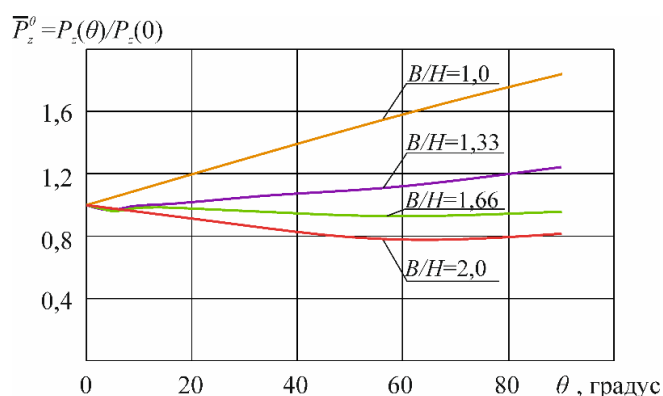


Рис. 1. Изменение вертикальных усилий, действующих на корпус, в условиях зарываемости его носовой оконечности в волну

В этом случае возможно разрушение корпуса на две части (разрушение на миделе или отрыв носовой оконечности) или на три части (отрыв носовой и кормовой оконечности). Составляющая P_y приводит к развороту судна лагом к набегающему волнению, что вызывает опасность опрокидывания. Как показали проведенные исследования, гидродинамический момент при зарывании носовой оконечности достигает такой величины, что даже в том случае, когда остойчивость судна соответствует требованиям Правил Регистра, оно может быть опрокинуто.

2. Инновационные решения по повышению безопасности судов

Для повышения безопасности судов в штормовых условиях авторами был предложен ряд инновационных технических решений, не имеющих аналогов в мировой практике и защищенных патентами Российской Федерации на изобретение. Данные технические решения могут быть отнесены к одному из трёх направлений:

- конструктивные решения, направленные на ограничение величины гидродинамических нагрузок, действующих на носовую оконечность в условиях её зарываемости в волну;
- конструкции, позволяющие ограничить зарываемость носовой оконечности в волну;
- инновационные решения по конструированию корпусов судов с изменяемой геометрией носовой оконечности.

Наряду с конструктивными решениями был разработан инновационный способ контроля остойчивости судна в штормовых условиях при зарываемости в волну, позволяющий предотвратить гибель судов [2]. Реализация данного способа включает в себя моделирование динамики судна на развитом встречном волнении в условиях зарывания носовой оконечности в волну, определения гидродинамических сил и моментов и оценку остойчивости судна с использованием трансформированной диаграммы статической остойчивости. В работе [3] данный способ был отнесён к числу наиболее значимых инноваций 2021 года в судостроении.

3. Конструктивные решения, направленные на ограничение гидродинамических сил и моментов при зарывании носовой оконечности в волну

Следует отметить, что для судов с традиционной конструкцией корпуса общая прочность может быть обеспечена путём соответствующего увеличения момента сопротивления поперечных сечений корпуса. Однако это не позволит повысить безопасность мореплавания, так как не исключает гибели судна от опрокидывания. Учитывая данное обстоятельство, авторами был разработан комплекс инновационных конструктивных решений, позволяющих уменьшить величину гидродинамических сил и моментов в случае зарываемости носа судна в волну. Предложенные конструкции

направлены на улучшение гидродинамических характеристик носовых оконечностей при их обтекании в вертикальном направлении (от палубы к днищу) в случае зарывания в волну. Для достижения указанного технического результата было решено ограничить величину плоских поверхностей в носовой оконечности корпуса судна, свойственных традиционной конструкции. В частности, была разработана конструкция обтекателя носовой оконечности судна [1], которая даёт возможность снизить величину вертикальной гидродинамической силы почти в три раза.

На рис. 2 представлена конструкция носовой оконечности нового типа [4], позволяющая существенно уменьшить величину гидродинамических воздействий. На рисунке приняты следующие обозначения: 1 – основная часть носовой оконечности; 2 – бульбовая наделка; 3 – переходная часть носовой оконечности. В предложенной конструкции как основная часть носовой оконечности, так и бульбовая наделка, выполняются в виде прямых круговых цилиндров, оси которых расположены параллельно. Нужно отметить, что предложенная конструкция позволяет исключить асимметрию обтекания корпуса судна, даже при наличии крена судна, что существенно снижает величину кренящего момента K тому же, за счёт обтекания бульбовой наделки в вертикальной плоскости будет создаваться дополнительный восстанавливающий момент (рис. 3, где ДП – диаметральной плоскость судна; v – суммарная скорость обтекания носовой оконечности вследствие продольной качки и движения частиц в волне; P_z – вертикальная составляющая гидродинамической силы; M_B – восстанавливающий момент).

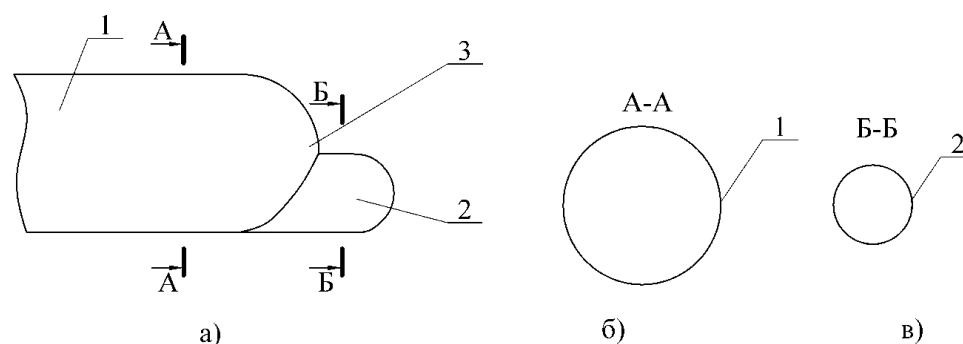


Рис. 2. Инновационная конструкция носовой оконечности, позволяющая снизить гидродинамические нагрузки: а) – общий вид носовой оконечности; б) – поперечное сечение основной части корпуса; в) – поперечное сечение бульбовой наделки

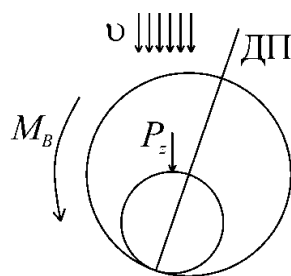


Рис. 3. Схема возникновения восстанавливающего момента при обтекании предлагаемой носовой оконечности в случае её зарывания в волну

Кроме того, существенно снижается величина боковой силы P_y , так как основная часть корпуса в носовой оконечности и бульбовая наделка выполняются симметричными относительно своих осей. Благодаря этому судно не будет разворачиваться лагом к волне при зарывании носа. Таким образом, предложенная конструкция благодаря своей обтекаемой форме позволяет существенно снизить величину вертикальной гидродинамической силы P_z , а симметричная форма поперечных сечений способствует снижению величины кренящего момента и боковой силы P_y , что повышает безопасность судов в условиях зарывания носовой оконечности в волну.

4. Инновационные конструкции, позволяющие уменьшить качку судна и зарываемость носовой оконечности в волну

Повысить безопасность судов в штормовых условиях, когда вследствие зарываемости носовой оконечности возможна гибель судна от потери прочности или остойчивости, можно также за счёт уменьшения продольной качки судна и ограничения зарывания носовой оконечности в волну. В частности, авторами было предложено несколько конструкций крыльев-стабилизаторов [1], устанавливаемых в носовой оконечности, открывающихся при движении носовой оконечности вниз, и прижимающихся к корпусу при её движении вверх. Кроме того, была разработана конструкция фальшборта с поворотными секциями [1], которая позволяет создать гидродинамическую силу, препятствующую погружению носовой оконечности в волну.

Также была предложена крыльевая система судна [5], применение которой способствует существенному уменьшению зарываемости носа судна в волну (рис. 4). На рисунке обозначено: 1 – корпус судна; 2 – крыло-стабилизатор; 3 – заслонка; 4 – шарнир; 5 – упор; 6 – упругий элемент.

При погружении носовой оконечности заслонки закрываются, поворачиваясь в шарнирах, формируя плоскость крыла-стабилизатора. За счёт этого создается гидродинамическая сила R_z , препятствующая зарыванию носовой оконечности в воду. Когда носовая оконечность начинает движение вверх, заслонки открываются, и сила сопротивления всплытию носовой оконечности уменьшается. При этом происходит поворот заслонок относительно шарниров с преодолением сопротивления упругих элементов.

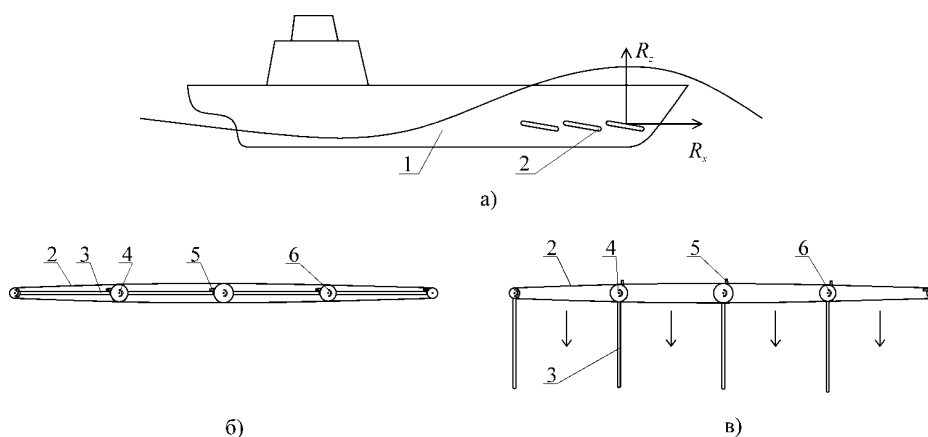


Рис. 4. Конструкция крыльевой системы судна: а) – схема установки крыльев-стабилизаторов; б) – заслонки в закрытом положении (погружение носовой оконечности); в) – заслонки в открытом положении (всплытие носовой оконечности)

Установка крыльев-стабилизаторов под углом к горизонтальной плоскости позволяет создать дополнительную силу R_x , действующую в направлении движения судна. Эта сила будет способствовать повышению устойчивости судна на курсе, а также препятствовать его развороту лагом к волне.

5. Инновационные решения по конструированию корпусов судов с изменяемой геометрией носовой оконечности

Другим направлением совершенствования корпусных конструкций судов для повышения их безопасности в штормовых условиях является разработка технических решений, связанных с изменением геометрии носовой оконечности. В таком случае геометрия носовой оконечности судна может быть приспособлена к соответствующим условиям эксплуатации. Некоторые из разработанных авторами конструктивных решений приведены в [1].

Ниже представлена инновационная конструкция (рис. 5), позволяющая изменять гидродинамические характеристики носовой оконечности за счёт смещения булей [6].

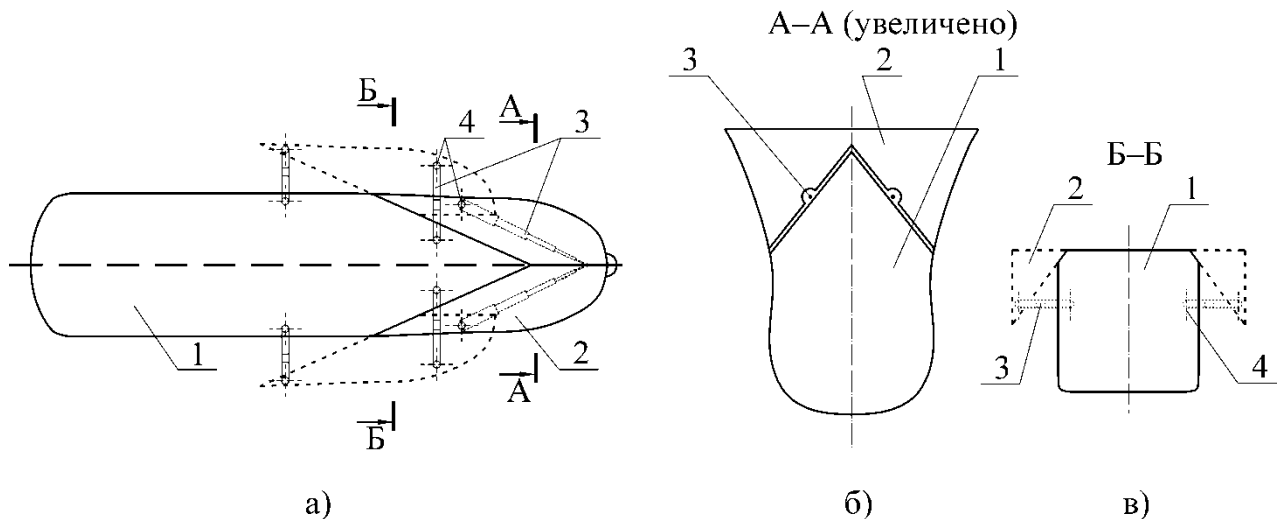


Рис. 5. Конструкция корпуса судна с изменяемой геометрией носовой оконечности:
 а) – общий вид корпуса судна; б) – сечение А–А; в) – сечение Б–Б

На рисунке обозначено: 1 – основная часть корпуса; 2 –були; 3 – гидроцилиндры; 4 – оси. В данном техническом решении корпус судна выполняется в виде основной части и булей, устанавливаемых в носовой оконечности. При этом були соединяются с основной частью корпуса посредством гидроцилиндров, что позволяет регулировать их положение относительно основной части.

Следует отметить, что в предлагаемой конструкции основная часть корпуса характеризуется завалом борта в носовой оконечности и обратным наклоном форштевня, в результате чего после перемещения булей носовая оконечность будет прорезать набегающие волны, и нагрузки на неё будут существенно ниже, чем на традиционную конструкцию, характеризующуюся наличием больших плоских поверхностей в носовой оконечности. Смещение булей от диаметральной плоскости судна позволяет повысить поперечную остойчивость за счёт резкого повышения момента инерции площади ватерлинии относительно продольной оси.

6. Заключение

Анализ динамики судна в условиях штормового моря показал, что носовые оконечности судов традиционной конструкции подвергаются существенным гидродинамическим нагрузкам, приложенным к палубе при зарывании в волну, что нередко приводит к гибели судов от потери прочности или остойчивости. Поэтому в настоящей работе предлагаются инновационные конструктивные решения, позволяющие существенно повысить безопасность мореплавания в условиях сильного волнения. При этом для широкого внедрения этих конструктивных решений в практику необходимо внесение изменений в соответствующие разделы правил классификационных обществ [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Дмитриевский В.А. Конструктивное обеспечение безопасности мореплавания: монография. – СПб.: Лань, 2020. – 300 с.
2. Пат. 2740617 Российская Федерация, МПК В63В 39/14, В63В 39/00, G05D 1/00. Способ контроля остойчивости судна / Бураковский П.Е.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КГТУ». – № 2019130780; заявл. 27.09.2019; опубл. 15.01.2021, бюл. №2. – 11 с.
3. Гречиков М.И., Грушников В.А. Наиболее значимые судостроительные инновации года // Компетентность / Competency (Russia). – 2022. – № 5. – С. 46–55.
4. Пат. 2761360 Российская Федерация, МПК В63В 1/06, В63В 43/02. Носовая оконечность корпуса судна / Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Юсып В.М.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КГТУ». – № 2021111637; заявл. 22.04.2021; опубл. 07.12.2021, бюл. №34. – 9 с.
5. Пат. 2748811 Российская Федерация, МПК В63В 39/06, В63В 43/00. Крыльевая система судна / Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Юсып В.М.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КГТУ». – № 2019124160; заявл. 25.07.2019; опубл. 31.05.2021, бюл. №16. – 6 с.

6. Пат. 2743677 Российская Федерация, МПК В63В 1/06, В63В 43/02. Корпус судна / Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Юсып В.М.: заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «КГТУ». – № 2019121971; заявл. 09.07.2019; опубл. 24.02.2021, бюл. №6. – 9 с.

7. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II. Корпус / Российский Морской Регистр судоходства. – СПб.: РМРС, 2018. – 209 с.

INNOVATIONS IN THE STRUCTURAL MAINTENANCE OF THE SAFETY OF SHIPS IN STORM CONDITIONS

¹Burakovskiy Evgeny Petrovich, Dr. hab., professor

²Burakovskiy Pavel Evgenievich, Ph. D., assistant professor

³Yusyp Vyacheslav Mikhaylovich, captain of the 1st rank, head of the department of theory, design and survivability of the ship

^{1,3}Admiral N. G. Kuznetsov Naval Academy (Branch Kaliningrad),
Kaliningrad, Russia, e-mail: ¹e_burakovsky@mail.ru; ³v-y48@yandex.ru

²Baltic Fishing Fleet State Academy, Kaliningrad, Russia, e-mail: paul_b@mail.ru

This article discusses the issues of ensuring the safety of ships in stormy conditions, when due to the burrowing of the bow of the ship into the wave, a loss of stability or destruction of its hull may occur. Using the SPH technology, an assessment was made of the hydrodynamic effects on the ship's hull when its bow end is buried in a wave. A set of innovative design solutions has been developed to ensure the safety of navigation in storm conditions.

УДК 656.61.052

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ РИСКА ВСТРЕЧИ МОРСКИХ СУДОВ С АНОМАЛЬНЫМИ ВОЛНАМИ

¹Бураковский Евгений Петрович, д-р техн. наук, профессор

²Бураковский Павел Евгеньевич, канд. техн. наук, доцент

³Юсып Вячеслав Михайлович, капитан 1 ранга, начальник кафедры теории, устройства и живучести корабля

^{1,3}ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия им. адмирала Н.Г. Кузнецова»
(филиал в г. Калининграде), Калининград, Россия,

e-mail: ¹e_burakovsky@mail.ru; ³v-y48@yandex.ru

²Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО «КГТУ»,
Калининград, Россия, e-mail: paul_b@mail.ru

Приводится математическая модель, позволяющая выполнять оценку вероятности встречи объектов морской техники с аномальными волнами в условиях произвольных параметров их движения. Показано, что в случае независимости времени жизни аномалии, её скорости и полуширины от курсового угла может быть использована упрощённая модель. Предложенный аппарат даёт возможность выполнения оценки рисков при осуществлении морехозяйственной деятельности, что позволяет повысить её эффективность.

1. Постановка задачи

Одной из причин гибели морских судов, в том числе и крупнотоннажных, является воздействие на них аномальных волн [1]. Такие волны характеризуются большей крутизной и иным направлением движения частиц, по сравнению с ветровыми волнами, поэтому механизм их взаимодействия с объектами морской техники отличается от традиционно рассматриваемого при проектировании судов [2]. При этом высота аномальных волн в некоторых случаях превышает 25 метров, что подтверждается данными наблюдений со спутника [1], а потому такие волны представляют серьёзную опасность даже для судов больших размеров. Однако до недавнего времени существование аномальных волн, или волн-убийц, отрицалось многими специалистами, а свидетельства о встрече с ними моряков объяснялись желанием последних придать большую красочность своему повествованию. Лишь после того, как аномальные волны большой высоты были зафиксированы инструментальными наблюдениями, начались широкомасштабные исследования данного феномена. При этом было показано, что аномальные волны вовсе не являются чрезвычайно редкими явлениями в Мировом океане, и вероятность встречи с ними судов и других объектов морской техники существенно отличается от нуля.

Поэтому для оценки рисков, возникающих при осуществлении морехозяйственной деятельности, необходимо располагать математическими моделями, позволяющими оценить вероятность воздействия аномальных волн на объекты морской техники. В статье [3] была разработана математическая модель, позволяющая оценить вероятность встречи судна с волной-убийцей для случая движения таких волн в одном направлении. В рамках данной модели аномалии образовывали пуассоновское поле, а их параметры (скорость движения, полуширина, время жизни) представляли собой случайные величины. Однако в реальных условиях аномальные волны могут воздействовать на суда и другие объекты морской техники с разных направлений. Поэтому в настоящей статье представлена математическая модель, позволяющая определить вероятность встречи судна с аномальными волнами для случая произвольного направления их движения.

2. Методы исследования

Для построения модели используются методы теории вероятности. В частности, для модели аномалий применяются мерцающие пуассоновские потоки [3]. Их использование обусловлено тем, что каждая аномалия возникает в случайный момент времени, существует в течение некоторого случайного промежутка времени, а затем исчезает.

С основными допущениями, используемыми при построении модели можно ознакомиться в [3].

Усложним модель [3], считая характеристики аномалий зависимыми от направления их распространения (анизотропия явления). Это оправдывается тем, что основными факторами, влияющими на появление аномалий и их характеристики, для акватории являются:

- глубина и рельеф дна;
- господствующие течения;
- господствующие ветра.

Учёт приведенных выше факторов сразу предполагает указанную зависимость.

Таким образом, к характеристикам простой модели аномалии добавляется направление её распространения φ : $\chi = (\theta, \rho, v, \varphi)$, а пространство $\mathbb{H} = \mathbb{R}_+^3 \times [0, 2\pi[$. Здесь согласно [3] ρ – случайная полуширина аномалии; v – случайная скорость аномалии; θ – случайное время жизни аномалии; χ – случайная характеристика аномалии; \mathbb{H} – пространство всех возможных значений характеристик аномалий. Схема движения аномалий представлена на рис. 1.

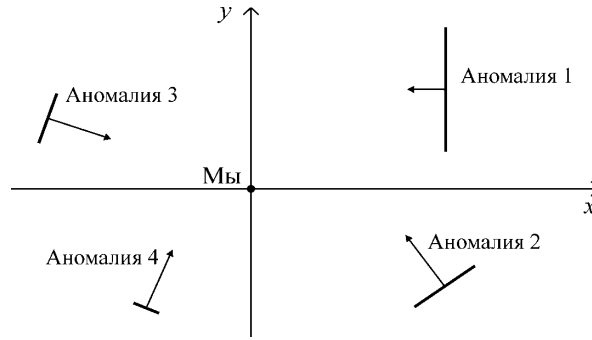


Рис. 1. Схема движения аномалий

Обозначим условное математическое ожидание произведения $\theta \cdot \rho \cdot v$ относительно φ

$$M(w) = \mathbb{M}(\theta \cdot v \cdot \rho | \varphi) |_{\varphi=w}. \quad (1)$$

Тогда из упрощённой модели [3] вытекает, что условная опасность встречи с аномалиями относительно φ будет

$$D(T, w) = 2 \cdot I \cdot T \cdot \mathbb{M}(\theta \cdot v \cdot \rho | \varphi) |_{\varphi=w} = 2 \cdot I \cdot T \cdot M(w), \quad (2)$$

где I – плотность интенсивности пуассоновского потока аномалий;

T – промежуток времени, в течение которого осуществляется наблюдение.

Опасность встречи с аномалиями, направление которых лежит в интервале углов $[w_0, w_1]$ будет равна

$$D(T, w_0, w_1) = 2 \cdot I \cdot T \cdot \int_{w_0}^{w_1} M(w) \cdot f_\varphi(w) dw, \quad (3)$$

где $f_\varphi(w)$ – плотность распределения аномалий в зависимости от направления w .

Связь опасности встречи судна с аномальной волной и вероятности этого события определяется согласно [3], [4] следующим образом:

$$D(T, w_0, w_1) = -\ln \bar{P}(T, w_0, w_1); \quad (4)$$

$$\bar{P}(T, w_0, w_1) = 1 - P(T, w_0, w_1), \quad (5)$$

где $D(T, w_0, w_1)$ – опасность встречи судна с аномалиями, идущими с направления, находящегося в интервале углов $[w_0, w_1]$;

$\bar{P}(T, w_0, w_1)$ – вероятность отсутствия встречи судна с аномалиями, идущими с направления, находящегося в интервале углов $[w_0, w_1]$;

$P(T, w_0, w_1)$ – вероятность встречи судна с аномалиями, идущими с тех же направлений.

3. Результаты исследования

Рассмотрим случай, когда время жизни аномалии θ , её полуширина ρ и скорость v являются независимыми случайными величинами. Предположим, кроме того, что эти величины не зависят от курсового угла φ . Тогда формула (3) может быть преобразована к виду:

$$D(T, w_0, w_1) = 2 \cdot I \cdot T \cdot M_\theta \cdot M_\rho \cdot M_v \cdot \int_{w_0}^{w_1} f_\varphi(w) dw, \quad (6)$$

где M_θ – математическое ожидание времени жизни аномальной волны;

M_ρ – математическое ожидание полуширины;

M_v – математическое ожидание скорости.

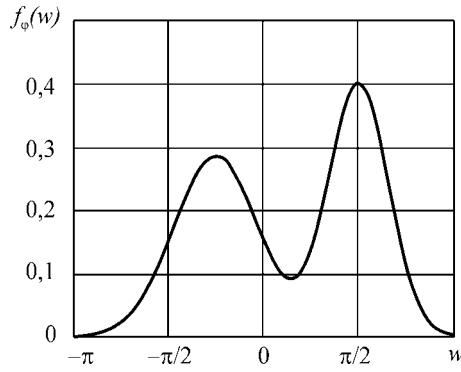


Рис. 2. Плотность распределения курсовых углов аномалий

Пусть имеется два доминирующих направления движения аномальных волн, при этом плотность распределения φ определяется выражением:

$$f_{\varphi}(w) = b \cdot \frac{c_1}{\sigma_1 \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(w - M_{w1})^2}{2 \cdot \sigma_1^2} \right] + (1 - b) \cdot \frac{c_2}{\sigma_2 \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(w - M_{w2})^2}{2 \cdot \sigma_2^2} \right], \quad (7)$$

где

$$c_1 = \frac{1}{\Phi \left[\frac{\pi - M_{w1}}{\sigma_1} \right] - \Phi \left[\frac{-\pi - M_{w1}}{\sigma_1} \right]}, \quad (8)$$

$$c_2 = \frac{1}{\Phi \left[\frac{\pi - M_{w2}}{\sigma_2} \right] - \Phi \left[\frac{-\pi - M_{w2}}{\sigma_2} \right]}, \quad (9)$$

а $\Phi(x)$ – функция нормированного нормального распределения.

Плотность распределения курсовых углов аномалий представлена на рис. 2. Здесь принималось $M_{w1} = -\frac{\pi}{4}$, $M_{w2} = \frac{\pi}{2}$, $\sigma_1 = 0,7$, $\sigma_2 = 0,5$, $b = 0,5$.

Результаты расчёта представлены на рис. 3 и рис. 4. В расчётах принималось, что математическое ожидание скорости аномалий $M_v = 5 \frac{M}{c}$, математическое ожидание их полуширины варьировалось. На основании наблюдений аномальных волн со спутника, результаты которых приведены в [3], для выполнения расчёта было принято $I \cdot M_{\theta} = 5,9 \cdot 10^{-13} \text{ м}^{-2}$. Предполагалось, что судно эксплуатируется в течение двадцати пяти лет, проводя половину этого срока в открытом море.

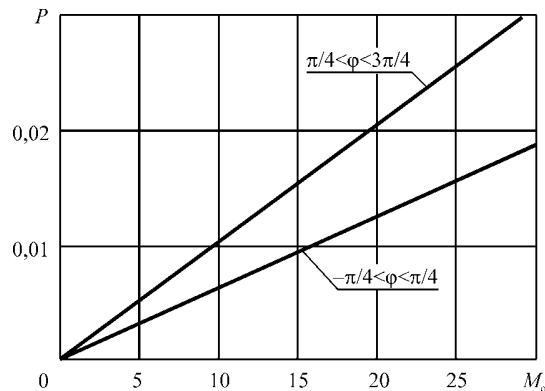


Рис. 3. Вероятность встречи судна с аномальными волнами, движущимися с различных направлений

На рис. 3 показана вероятность встречи судна с аномальными волнами, идущими с определенных направлений. Одна кривая соответствует курсовым углам от $-\pi/4$ до $\pi/4$, другая кривая – диапазону от $\pi/4$ до $3\pi/4$. Видно, что вероятность встречи с волнами из второго диапазона курсовых углов примерно в 1,5 раза выше, чем из первого.

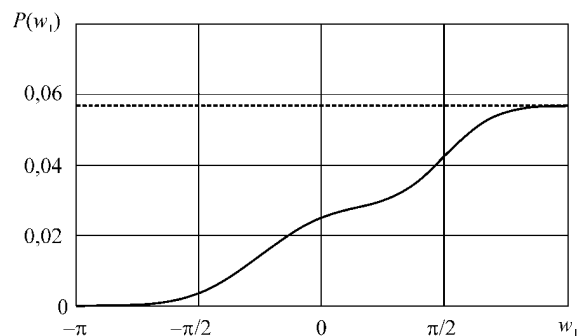


Рис. 4. Зависимость вероятности встречи с аномалиями от диапазона их направлений движения

Следует заметить, что если рассматривается вероятность встречи судна с аномалиями, идущими с любого направления, т.е. если интегрирование в формуле (6) ведется от $-\pi$ до $+\pi$, то она преобразуется к виду

$$D(T) = 2 \cdot I \cdot T \cdot M_{\theta} \cdot M_{\rho} \cdot M_{v}. \quad (10)$$

Такая же зависимость была получена в [3], где рассматривались аномалии, движущиеся лишь в одном направлении, т.е. в случае независимости указанных выше случайных величин может быть использован аппарат, представленный в [3]. Это иллюстрируется рис. 4, где сплошная линия соответствует модели, разработанной в настоящей статье, а пунктирная линия – модели [3].

На рис. 4 представлены результаты расчёта вероятности встречи судна с аномальной волной с использованием формулы (6), при этом нижняя граница интервала принималась $w_0 = -\pi$, а верхняя граница w_1 варьировалась (сплошная кривая на рис. 4). Пунктирная линия соответствует случаю движения всех аномалий с одного направления [3]. Видно, что при приближении w_1 к π указанные выше линии совпадают. Таким образом, разработанная в настоящей статье математическая модель с использованием подходов, изложенных в [3], позволяет решать задачу оценки встречи объектов морской техники с аномальными волнами в более общей постановке, что существенно расширяет возможности её применения.

4. Заключение

Разработанная в настоящей статье математическая модель позволяет выполнять оценку вероятности встречи объектов морской техники с аномальными волнами в условиях произвольных параметров их движения. В случае независимости времени жизни аномалии, её скорости и полуширины от курсового угла может быть использована упрощённая модель [3]. Предложенный аппарат даёт возможность выполнения оценки рисков при осуществлении морехозяйственной деятельности, что позволяет повысить её эффективность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доценко С.Ф., Иванов В.А. Волны-убийцы. Современные проблемы океанологии. Выпуск 1. – Севастополь, 2006. – 43 с.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Часть II. Корпус / Российский Морской Регистр судоходства. – СПб.: РМРС, 2018. – 209 с.
3. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Дмитровский В.А. Оценка вероятности встречи морских судов с аномальными волнами // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – №4(46), т. 4. – С. 10–15.
4. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Дмитровский В.А. Конструктивное обеспечение безопасности мореплавания: монография. – СПб.: Лань, 2020. – 300 с.

TO THE QUESTION OF RISK ASSESSMENT OF SEA VESSELS WITH ABNORMAL WAVES

¹Burakovskiy Evgeny Petrovich, Dr. hab., professor

²Burakovskiy Pavel Evgenievich, Ph. D., assistant professor

³Yusyp Vyacheslav Mikhaylovich, captain of the 1st rank, head of the department of theory, design and survivability of the ship

^{1,3}Admiral N.G. Kuznetsov Naval Academy (Branch Kaliningrad),

Kaliningrad, Russia, e-mail: ¹e_burakovsky@mail.ru; ³v-y48@yandex.ru

²Baltic Fishing Fleet State Academy, Kaliningrad, Russia, e-mail: paul_b@mail.ru

This article presents a mathematical model that makes it possible to estimate the probability of encountering objects of marine equipment with anomalous waves under conditions of arbitrary parameters of their movement. It is shown that if the anomaly lifetime, its velocity and half-width are independent of the heading angle, a simplified model can be used. The proposed apparatus makes it possible to perform a risk assessment in the implementation of marine economic activities, which makes it possible to increase its efficiency.

УДК 621.313.04

КОНСТРУКЦИЯ МНОГОКОНТАКТНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО РАЗЪЕМА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ЗАНИМАЕМОЙ ПЛОЩАДИ

Давлюд Игорь Игоревич, канд. техн. наук, докторант, капитан 3 ранга

Филиал ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» в г. Калининграде,
Калининград, Россия, e-mail: sawefew2@yandex.ru

Проведен анализ разъемов, используемых в современной технике военного назначения, определены их слабые стороны. На основе одного из разъемов проведен подробный анализа токовой нагрузки всех используемых контактов. Сделаны выводы о нецелесообразности изготовления контактов одной формы и размера. Сформулированы характеристики для универсального разъема повышенной надежности, применяемого в перспективной вертикальной пусковой установке. Представлена модель перспективного универсального разъема, отвечающего современным требованиям к технике ВМФ.

Одним из важных элементов технической системы является надежность межблочного электрического соединения. Они должны обеспечивать качественное прохождение различных сигналов, подведение различных энергетических и питающих сред, а также обеспечивать наличие обратной связи коммутирующих соединений. При этом, соединения должны обеспечивать легкость и удобство эксплуатации, защищенность от любых воздействий внешней среды, быть помехозащищенным. В таких случаях, в качестве электрического соединения применяются разъемы (соединители) [1].

Разъемы обычно выпускаются для установки на переднюю и заднюю панель или на печатную плату. Контакты могут быть выполнены под пайку, под обжим или для установки на печатную плату. Большинство разъемов конструктивно состоит из ответной пары (вилка и розетка), каждая из которых содержит штыри и гнезда (рис. 1).

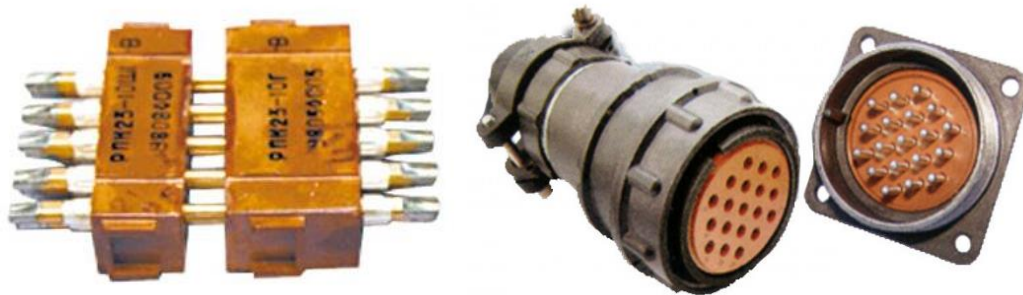


Рис. 1. Разъемы типа РРН23

Контакты (штыри и гнезда) разъема изготавливаются обычно из прочного металла с нанесением на него некоррозийного металла высокой проводимости. Контакты расположены в диэлектрическом изоляторе и помещены в корпус, который защищает разъем от любого внешнего воздействия, а также ориентирует две половины разъема для правильного сопряжения.

Современные разъемы отечественного и зарубежного производства, благодаря реализации некоторых технических решений, стали значительно компактней, увеличили плотность контактов и пропускную способность. Однако уровень используемых технических решений и их реализации в данной отрасли отстаёт от потребностей перспективного ВВСТ ВМФ по ряду показателей или не соответствует требованиям ВМФ.

Отсутствие современных научных работ и исследований в области развития разъёмов для ВВСТ ВМФ и морской техники влечёт за собой:

- ограниченные и не в полной мере сформулированные требования и необходимые характеристики разъемов;
- внедрение разъёмов, несоответствующих современным требованиям, морально, конструктивно устаревших;
- отсутствие унификации разъемов (что приводит к многообразию и несовместимости разъёмов);
- установку необоснованных запретов на применение современных разъёмов на образцах ВВСТ.

Опыт эксплуатации, а также теоретические исследования по боевому применению оружия кораблей позволяет сделать вывод о том, что одним из факторов, влияющих на совершенствование боевых и технических средств корабля, а также образцов ВВСТ, является отсутствие современных разъёмов и кабельной продукции, отвечающих современным требованиям ВМФ, а также сформулированных современных требований и эксплуатационных характеристик к ним. Специфика условий будущей эксплуатации накладывает дополнительные требования к качеству и характеристикам элементной базы, а также к испытаниям.

Корабельные комплексы (корабельные системы управления) производятся с применением разъёмов, разрешённых к применению. Однако, в связи с их многотипностью, а также проектированием и производством разными предприятиями, прослеживается различия в унификации разъёмов, что связано и с временным периодом их производства.

Так, для связи изделия с корабельной системой управления применяются соединители электроразрывные АЭРВД-100, АЭРВД-100Ш (М) (рис. 2). Соединители состоят из блочной вилки, переходника и замкового устройства. Особенностью данного разъёма является то, что сочленение и расчленение соединителей, фиксация расчленённого положения осуществляется давлением рабочей жидкости от гидравлической системы объекта под контролем электрического сигнализатора, установленного на розетке соединителя.



Рис. 2. Соединитель электроразрывной АЭРВД-100

Также, на кораблях и судах ВМФ применяется электроразрывной агрегат, представляющий собой кабельный жгут с серийно выпускаемым разъёмом водозащищённого исполнения со 140 контактами (14 разъемов РПН-23-10Ш-В, далее – наборный разъем) разработан в 2000-х годах (рис. 1). Однако следует отметить, что данные разъёмы не являются взаимозаменяемыми по причине специфики их применения.

Проанализировав назначение контактов и токовую нагрузку одного из наборных разъемов сделаны следующие выводы:

- более половины имеющихся контактов (53,5%) наборного разъема используются в слаботочных цепях (сила тока на контакт менее 1А);
- штыри контактов имеют одинаковый диаметр и токовую нагрузку (до 7А);
- 35,8% контактов используются в параллельном включении, т.к. работают с превышением номинальной токовой нагрузки на контакт, в результате чего необходимо использовать 50 контактов вместо 20.

Таким образом, беря во внимание различную токовую нагрузку на контакты, нецелесообразно изготавливать их одинаковыми, это влечет неоправданные затраты на изготовление разъема, увеличение габаритных размеров.

В настоящее время, учитывая развитие IT-технологий и микроэлектроники, плотности компоновки, необходима разработка новой модели перспективного универсального разъема (УР) для корабельных комплексов. Таким образом, были сформулированы характеристики для УР повышенной надежности, применяемом в перспективной вертикальной пусковой установке (ВПУ) корабельного комплекса:

- качество контакта и соединения;
- прочность и надежность;
- малые массо-габаритные характеристики;
- высокая плотность контактов;
- степень защиты не менее IP66;
- электромагнитная защита;
- расширенный температурный диапазон применения: от –40 до +150 °С;
- унификация;
- ориентация, стыковка (расстыковка) и блокировка (разблокировка) разъема должны проводиться в автоматическом режиме;
- обеспечение многократного применения (не менее 500 циклов).

Анализируя конструкции современных и перспективных разъемов [2,3,4,5], патентную литературу, можно сделать вывод, что имеется тенденция к уплотнению топологии, сокращению занимаемой площади разъемами. Так, разъем для приема и/или передачи множества сигналов по патенту RU 2680125 [6] содержит вставляемую одну в другую части. На внешней поверхности вилки и на внутренней поверхности розетки выполнено несколько рядов из взаимно соответствующих двух

или более контактных элементов. Указанные ряды проходят в направлении продольной оси разъема под наклоном к указанной оси, так что каждый последующий в направлении к оконечности соответствующей части разъема контактный элемент каждого ряда смещен относительно предыдущего контактного элемента указанного ряда в радиальном направлении внутрь розетки и к наружи вилки разъема (рис. 3).

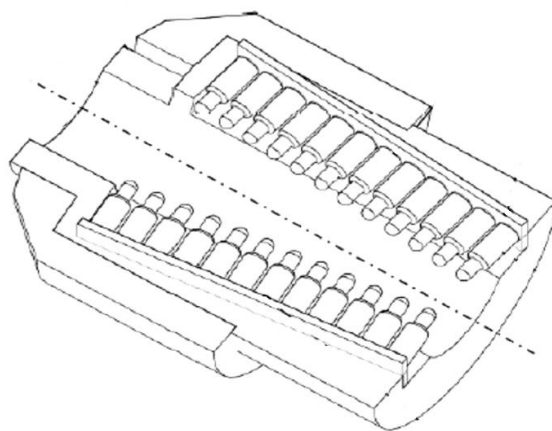


Рис. 3. Конструкция разъема (розетки) по патенту RU 2680125

Электрический штекерный разъем по патенту US 6533617 [7] состоит из полого цилиндрического элемента, на котором расположена контактная зона с множественными изолированными друг от друга кольцевыми контактами (рис. 4).

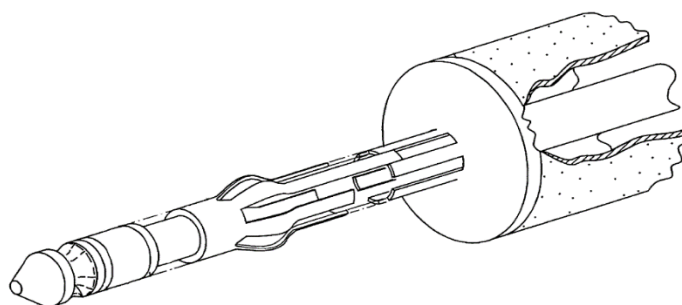


Рис. 4. Штекерный разъем по патенту US 6533617

В промышленном оборудовании требуется весьма сложная и разветвленная коммутация сигналов управления и контроля, различных датчиков, подвижных устройств. Одновременно с этим необходимо обеспечить и силовое питание для многочисленных потребителей электроэнергии. Многообразие предлагаемых разъемов производства Harting позволяет оптимально удовлетворить всем требованиям. Разъемы производства Harting имеют один типа-размер, но могут быть использованы различные контактные группы (рис. 5).

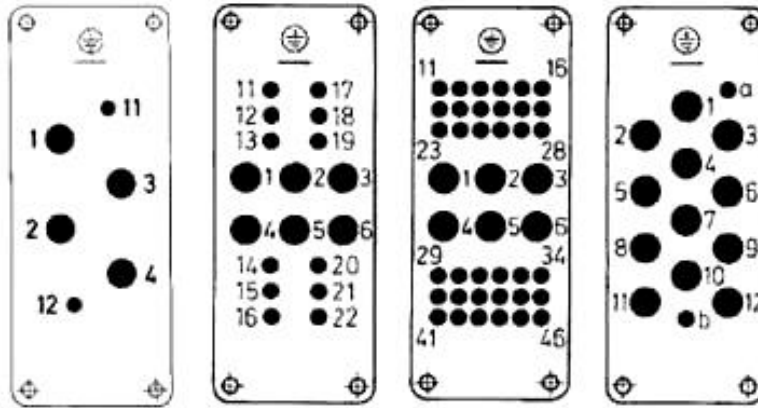


Рис. 5. Разъемы производства Harting

Однако рассмотренные разъемы имеют недостатки, основные из которых:

- отсутствует пыле- влагозащита;
- не предусмотрена работа в сложных условиях в ВВСТ ВМФ;
- не предусмотрена автоматическая стыковка (использование разъема предусмотрено только в ручном режиме);
- отсутствие универсальности применения;
- достаточно сложные конструкции.

Указанные недостатки решены в предлагаемом перспективном УР. Конструкция УР состоит из двух сочленяемых частей – вилки, смонтированной на подвижной платформе в нижней части ВПУ корабля и розетки, размещенной в донной части пускового контейнера. Вилка включает основание с установленными конусными штырями, уплотнительной прокладкой, пирамидальным каркасом, на котором смонтировано пять съемных контактных поверхностей, выполненных из твердого электроизоляционного материала (например, эбонита, текстолита или иной пластмассы): верхнее, содержащее подпружиненные штыри (например, бериллиево-медные или фосфорная бронза, на которые затем наносят покрытие золотом или каким-либо другим некоррозионным металлом с высокой проводимостью) для высокотокового соединения и четыре боковых, расположенных по углом 70° к основанию и содержащих шарообразные подвижные контакты. Подвижные контакты закреплены с помощью прижимной электропроводящей пластины и соединены с проводником. Подвижная платформа по периметру снабжена резиновым валиком и установлена на пружинных амортизаторах (рис. 6).

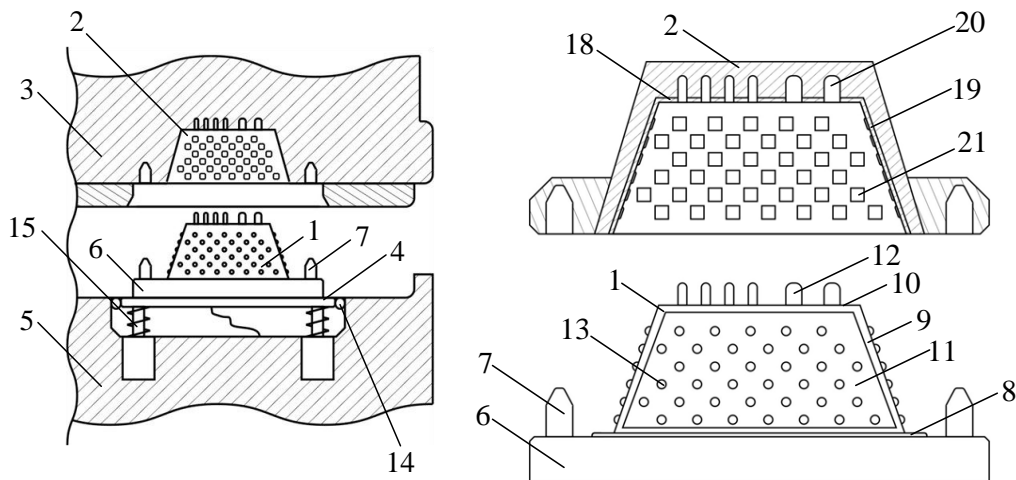


Рис. 6. Схематичный вид на конструкцию УР: 1 – вилка; 2 – розетка; 3 – пусковой контейнер; 4 – подвижная платформа; 5 – ВПУ; 6 – основание; 7 – конусные штыри; 8 – уплотнительная прокладка; 9 – пирамидальный каркас; 10, 11 – съемные контактные поверхности; 12 – штыри; 13 – шарообразные контакты; 14 – резиновый валик; 15 – пружинный амортизатор

Розетка разъема содержит пять съемных контактных поверхностей: верхняя контактная поверхность содержит гнездовые контакты для взаимодействия с подпружиненными штырями вилки, а боковые, расположенные под углом 70° к основанию, имеют контактное поле, содержащие неподвижные контактные площадки.

Разъем функционирует следующим образом. На конечном этапе загрузки пускового контейнера в ВПУ, при сближении частей разъема, благодаря направляющим конусным штырям происходит их предварительная горизонтальная ориентация, а при дальнейшем сближении – самоцентрирование и стыковка. При этом, подпружиненные штыри входят в гнезда соответствующих контактных поверхностей, обеспечивая гарантированный электрический контакт и соединение между собой. Боковые контактные поверхности вилки с шарообразными контактами сближаются с соответствующими контактными площадками контактной поверхности розетки. Прижимная электропроводящая пластина обеспечивает надежный контакт, выбирая возможные дефекты изготовления. Малые геометрические размеры контактов обеспечивают малые паразитные и емкостные характеристики разъема.

При дальнейшем опускании пускового контейнера в ВПУ корабля вилка разъема, смонтированная на подвижной платформе за счет пружинных амортизаторов утапливается, образуя надежное соединение. Уплотнительная прокладка по периметру вилки и резиновый валик обеспечивают защиту разъема от пыли и влаги. Такой принцип соединения вилки и розетки обеспечивает увеличение прижимного усилия между всеми контактами за счет напряженного состояния подвижной платформы.

Выполнение боковых контактных поверхностей под углом 70° к основанию обусловлено оптимальными условиями выполнения соединения/разъединения. Так, при углах более 75° , происходит излишнее трение, а соединения/разъединения происходит с чрезмерным усилием, что негативно сказывается на эксплуатационных характеристиках разъема, ресурсе его работы. Также, благодаря такому размещению боковых контактных поверхностей обеспечено наличие зазора между соответствующими контактными элементами вилки и розетки в процессе их соединения, что позволяет избежать их преждевременного замыкания в процессе соединения частей разъема.

Кроме того, наклонное расположение контактных поверхностей позволяет увеличить их количество, в сравнении с плоским расположением. Так, при одинаковой занимаемой площади разъема, количество контактов может быть больше чем 2,2 раза при их одинаковой плотности (рис. 7). Это обусловлено распределением контактных элементов одновременно в горизонтальных и вертикальных плоскостях в противоположность их размещению только в одной горизонтальной (вертикальной) плоскости.

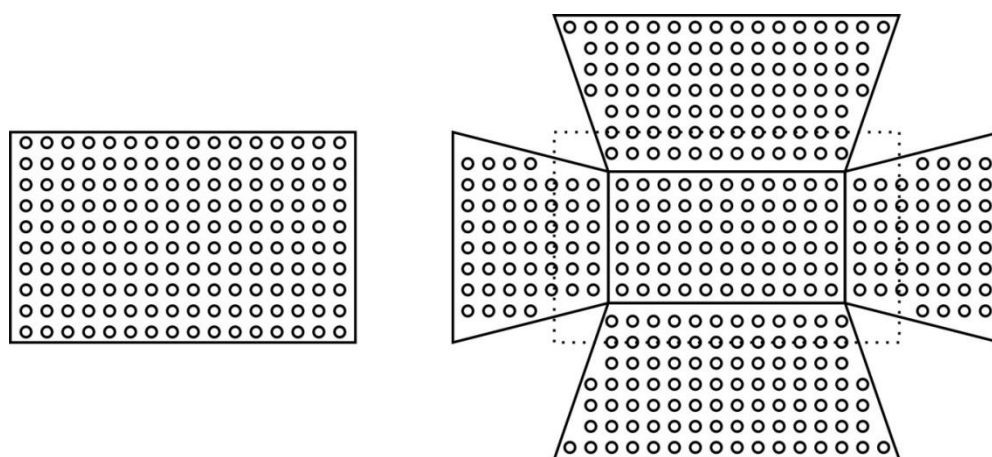


Рис. 7. Сравнение занимаемых площадей и количество контактов плоского (слева) и конусообразного (справа) разъемов

Благодаря применению съемных контактных поверхностей есть возможность менять конфигурацию разъема (применять контактные поверхности с различным количеством и видом контактов) в зависимости от поставленных задач, целей и вида техники, не меняя при этом типоразмер и кон-

струкцию разъема, что обеспечивает унификацию разъема. Верхняя поверхность может быть предназначена для силовых цепей (с высокой токовой нагрузкой), а боковые для слаботочных соединений. Количество контактных соединений, в зависимости от цели, может быть от 10 до 354 (в некоторых случаях и более).

Предложенная конструкция УР обладает:

- более плотной компоновкой контактов (до 60% выигрыша относительно плоского расположения);

- возможностью соединения в автоматическом режиме;

- пыле-, влагозащитой;

- универсальностью применения;

- относительно простой конструкцией;

- малыми масса-габаритными характеристиками.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке технического задания на разработку новых образцов ВВСТ, нормативных документов, что позволит внедрить современные УР, кабельную продукцию при производстве и модернизации ВВСТ, а унификация разъёмов и соединителей, в свою очередь, приведёт к снижению стоимости образца ВВСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сети и системы передачи информации [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине в LMS Moodle / Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) ; авт.-сост. И. В. Ротенштейн. Электрон. тестовые и граф. дан. Самара, 2012.

2. Электрические соединители типов ОНЦ-БГ-1, ОНЦ-БГ-3. Каталог. – Козьмодемьянск: АО «Завод «Копир», 2019. 12 с.

3. Электрические соединители специального и бытового назначения. Каталог. – Козьмодемьянск: АО «Завод «Копир», 2019. 129 с.

4. Перспективные научно-технические разработки для оборонно-промышленного комплекса. Каталог. – М.: СПЕЦКАБЕЛЬ, 2019. 31 с.

5. Соединители электрические. Каталог изделий. Каталог. Изобильный: ПАО «Завод «Атлант», 2019. 62 с.

6. Разъем для медицинского диагностического прибора. Патент на изобретение RU2680125, А61В 1/008, А61В 1/055, опубл. 2019 г.

7. Electrical plug connectors. Патент на изобретение. US6533617, H01R 17/18, опубл. 2003 г.

DESIGN OF A MULTI-CONTACT UNIVERSAL CONNECTOR UNDER THE CONDITIONS OF LACK OF SPACE

Dawlyud Igor Igorevich, candidate of technical sciences

Branch of the VUNC of the Navy "Naval Academy" in Kaliningrad,
Kaliningrad, Russia, e-mail: sawefew2@yandex.ru

The analysis of the connectors used in modern military equipment has been carried out, their weaknesses have been identified. Based on one of the connectors, a detailed analysis of the current load of all used contacts was carried out. Conclusions are drawn about the inexpediency of manufacturing contacts of the same shape and size. The characteristics are formulated for a universal connector of increased reliability, used in a promising vertical launcher. A model of a promising universal connector is presented that meets modern requirements for Navy technology.

АНАЛИЗ ПУТЕЙ СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА МОРСКОМ ТРАНСПОРТЕ

¹Ковалишин Павел Юрьевич, канд. филол. наук, доцент секции
английского языка Института рыболовства и аквакультуры

²Резниченко Юрий Александрович, канд. техн. наук,
доцент кафедры электрооборудования и автоматики судов Морского института

^{1,2}ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: ¹pavelkovalishinkaliningrad@mail.ru

Международное законодательство предусматривает сокращение вредных выбросов (углекислого газа CO₂, оксид азота NO_x) в судовых энергетических установках, что заставляет искать альтернативные виды топлива и источники энергии. Однако рассматриваемое в настоящее время использование сжиженного природного газа, биогаза, метанола и прочих видов топлива связано с существенными проблемами. Приводятся результаты многофакторного технико-экономического анализа существующих решений, что позволяет определить использование атомной энергии как перспективное направление решения задачи сокращения выбросов парниковых газов на морском транспорте.

В настоящее время человечество вынуждено объединить усилия по переводу всех отраслей хозяйства на путь сокращения выбросов парниковых газов. Игнорирование таких негативных аспектов деятельности человека может привести к глобальным изменениям климата и связанными с этим проблемами. Еще в 1997 г. был принят Киотский протокол, который предусматривает требование сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов. Однако реализация таких мер специфична для разных отраслей хозяйственной деятельности, в том числе в судоходстве. Необходимо проанализировать пути достижения этих целей на водном транспорте и выявить наиболее перспективное направление.

Уменьшение выбросов парниковых газов в атмосферу является глобальной проблемой. Как отмечается в докладе Программы ООН по окружающей среде (UNEP) даже пандемии коронавируса, которая привела к сокращению поездок, снижения уровня промышленной активности и выработки электроэнергии дала лишь 7% снижения эмиссия двуокиси углерода (данные 2020 года) [1].

Судоходство считается наиболее эффективным видом транспорта и его вклад стабильность мировой экономики огромен. Несмотря на то, что на долю судоходства приходится примерно 2,5% глобальных выбросов парниковых газов; нужно сделать максимальные усилия для уменьшения выбросов. В 2020 года ИМО установила глобальный предел содержания серы в жидком топливе, используемом на борту судов [2]. Это относится как к новым, так и эксплуатируемым судам, а также к нефтеперерабатывающим заводам и поставщиков бункерного топлива, полностью соответствующего международному стандарту ISO 8217 [3].

Снижение выбросов при сжигании углеводородного топлива является сложной технической проблемой. Даже использования CCS технологий улавливания и хранения CO₂ не экономит топливо и не содействует решению иных задач, кроме проблемы изменения климата [4]. Исследования в области поиска других видов топлива показывают, что использование сжиженного природного газа, биогаза, метанола и прочих видов топлива связано с существенными трудностями.

К ним относится следующее (по видам топлива):

1. Сжиженный природный или нефтяной газ. Этот вида топлива доступен в настоящее время, снижает вредные выбросы, не требует увеличения эксплуатационных расходов. Однако низкая температура испарения и легкая воспламеняемость требует серьезных мер безопасности. Потребуется дополнительные капитальные затраты на создание портовой инфраструктуры для бункеровки.

2. Метанол. Широко используется, производится из природного газа, но также может использоваться биогаз, что в целом снижает выбросы парниковых газов процессом. Отмечается малый

опыт эксплуатации судовых двигателей, работающих на метаноле и повышенную коррозию деталей двигателей. Кроме того, он токсичен, что дополнительно ограничивает использование этого вида топлива.

3. Аммиак относится к безуглеродному топливу, может производиться из возобновляемых источников энергии. Использование аммиака обеспечивает значительное сокращение выбросов парниковых газов, но производство аммиака может привести к их значительным утечкам. Топливо токсичное и коррозионное, пары легко воспламеняются, для хранения требует низкой температуры. В настоящее время использование аммиака в качестве топлива для судоходства экономически нецелесообразно.

4. Биотопливо. Его использование соответствует концепции нулевых выбросов углерода. Однако биотопливо при хранении способно окисляться и разлагаться, подвержено воздействию микробов. Высокая кислотность, вызывает повышенный износ деталей двигателя. В настоящее время недостаточно опыта и данных о его использования на судах.

5. Водород. Самое чистое судовое топливо по содержанию NOx, SOx и твердых частиц. При производстве могут использоваться возобновляемые источники энергии. Однако само производство этого вида топлива очень энергоемко, дорого [5]. Хранение водорода в виде сжатого газа или жидкости технически сложно и требует серьезной модификации портовой инфраструктуры. При его использовании КПД двигателей внутреннего сгорания снижается.

6. Солнечная энергия и энергия ветра относится к возобновляемым источникам. Технология их использования доступна, но в основном использовалась на судах с очень небольшим коммерческим применением. Производительность сильно зависит от внешних факторов (освещенности, силы ветра), требуют тщательного обслуживания, и защиты от воздействия внешней среды. Может использоваться на судах только как вспомогательный источник энергии.

Проведенный технико-экономический анализ приведенных выше источников энергии показывает объективные причины, сдерживающие широкое применение на судах флота. Это не позволяет рассчитывать на существенное снижение вредных выбросов на судах флота в ближайшей перспективе [6]. Примером может служить решение Maersk Group – это интегрированная мультибрендовая транспортно-логистическая датская компания, которая является мировым лидером в области морских контейнерных перевозок и портовых услуг. Эта компания является одним из крупнейших в мире потребителей нефти, планирует сокращению выбросов углекислого газа после того, как были найдены экологически чистые альтернативы для заправки судов. В компании заявили, что судоходная отрасль может позволить себе переход на суда, работающие на метаноле или аммиаке, что, однако, по их оценкам, увеличит транспортные расходы на 10-12%.

С этой точки зрения наиболее перспективной является использование атомной энергетики. Прежде всего это связано с возможностью радикально сократить масштабы сжигания углеводородного топлива, в отличие от других технологий. Рассмотрим обоснование такого подхода.

- Нулевые выбросы парниковых газов
- Очень высокая энергоемкость ядерного топлива
- Практически не требуется места для бункеровки и затрат на портовую инфраструктуру
- Хорошо зарекомендовала себя на подводных и надводных военных кораблях

Работа атомной силовой установки на судне имеет огромные возможности для судоходства и транспортировки грузов. При ее использовании нет потребления сырья, не требуется работа добывающей промышленности. Не используется кислород воздуха, не выделяются в окружающее пространство вредные и опасные вещества.

Нужно подчеркнуть, что атомная энергия имеет неоспоримые достоинства, которые могли бы найти применение в коммерческих судах. К ним относятся практически полная независимость от источников топлива в течение длительного времени, большой запас мощности, высокие предельная и крейсерская скорости, экономия тоннажа (реактор весит и занимает места меньше, чем силовая установка вместе с запасами органического топлива) и так далее.

На настоящий момент широкое использование этого вида энергии сдерживается следующими недостатками

- Высокие капитальные и эксплуатационные затраты
- Необходимость увеличить численность экипажа за счет специалистов по атомным силовым установкам и обучение членов команды.
- Опасение, что запасов урана хватит по некоторым оценкам на 30-60 лет.

- Проблема утилизации ядерных отходов, период полураспада которых составляют несколько сотен лет. При этом они остаются смертельными для живых организмов.

С 1950-х годов во всем мире было построено и эксплуатировалось только 13 гражданских атомных судов, тогда как военных подводных и надводных кораблей построено более 500. Имеется опыт постройки и эксплуатации гражданских грузопассажирских судов («Саванна», «Отто Ган», «Муцу» и «Севморпуть») с ядерной силовой установкой. Бесспорным лидером гражданского судостроения стала Россия (Советский Союз), где было построено 10 судов с атомной силовой установкой. Проекты создания таких судов продолжают реализовываться. Накоплен опыт их эксплуатации в экстремальных условиях крайнего Севера, а также и в других климатических зонах, вплоть до тропиков. Это потребовало создания и развития только в России специальной обеспечивающей инфраструктуры для нужд гражданского атомного флота. Еще в нескольких государствах были построены гражданские суда, которые реально эксплуатировались не более 8–9 лет, в основном в обычных условиях морей и океанов средних и тропических широт.

Атомные ледоколы были построены с целью обеспечения проводки судов вдоль Арктического побережья. Ледоколы используются при перевозке различных грузов по маршруту протяженностью около 3000 км.

При использовании атомных силовых установок на флоте нужно учитывать специфические особенности, связанные с условиями эксплуатации. К ним относятся, во-первых, ограниченное пространство для размещения реакторной установки, ее санитарно-защитной зоны и необходимость снижения массогабаритных параметров. Во-вторых, постоянные внешние механические нагрузки вследствие качки, наклонов, вибраций, иногда ударов при столкновении или швартовки в условиях плохой погоды. Обычно атомные реакторы на это не рассчитываются.

Повышенные риски физического повреждения атомной силовой установки в случае крушения судна или разрушения несущих конструкций в условиях обычной эксплуатации, так и в аварийных ситуациях. Эти условия должны учитываться при выборе типа реакторной установки, ее массогабаритные ограничения. Различия в конструктивных особенностях реакторов требуют увеличения размеров реактора и затрудняют размещение в отсеках корпуса, повышают требования к габаритам и эффективности биологической защиты.

Реальными проектами в области атомных реакторов малой мощности являются новейшие реакторы серии РИТМ АО «Атомэнергомаш» корпорации «Росатом», которые были разработаны с учетом многолетнего опыта эксплуатации малых реакторов на ледокольном флоте [7]. Атомная силовая установка малой мощности РИТМ-200 обладают целым рядом преимуществ:

- повышенный уровень безопасности
- модульный принцип компоновки в зависимости от потребности
- масштабируемость
- заводское изготовление блоков, а, следовательно, снижение объемов и стоимости сооружения и монтажа.

Реакторы серии РИТМ универсальны и могут быть использованы в качестве энергетической установки на судах и ледоколах, а также наземных и плавучих атомных станциях. Установка с РИТМ-200 позволяет управлять мощностью реактора под необходимую нагрузку (от 30 до 100% от установленной мощности).

Атомные станции малой мощности ГК «Росатом» гарантируют безопасность и устойчивость к внешним воздействиям. Это достигается за счет применения активных и пассивных систем, разработанных с учетом требований безопасности, а также последовательной реализации глубоководной защиты корпуса реактора.

Длительный период работы без перегрузки. Уникальное топливо позволяет обеспечить непрерывную работу без перегрузки до 6 лет (для АСММ) и до 10 лет (для ОПЭБ). При этом соблюдаются все российские и международные нормы и требования, включая требования нераспространения. Оборудование будет иметь модульную конструкцию, что делает возможным его транспортировку обычными видами транспорта.

Выводы

Приведенные в работе результаты исследования преимуществ и недостатков различных видов источников энергии показал, что их широкое внедрение на судах флота ограничено. Некоторые решения потребуют серьезных затрат на перевод морского транспорта на альтернативные виды топлива, снизит эффективность и эксплуатационные характеристики. Возобновляемые источники

энергии (солнечные, ветровые) не могут использоваться как основной источник энергии. Перспективным направлением снижения выбросов парниковых газов и вредных веществ является атомные судовые энергетические установки. Они могут служить решением проблемы за счет отказа от сжигания углеводородного топлива, в отличие от других технологий.

Многофакторный технико-экономический анализ предлагаемых решений показывает, что наиболее перспективным является использование атомных силовых установок на судах флота. Большой опыт проектирования и использования этого источника энергии имеется в России, которая в современных условиях предлагает серийно выпускаемые атомные энергетические установки малой мощности.

Результаты данной работы могут быть полезными при обосновании выбора новых видов энергии для достижения нормативов по выбросам на морском транспорте. Основным итогом является предложение провести реорганизацию энергетической политики в транспортной индустрии за счет атомных судовых установок. Необходимо сосредоточить усилия по изучению опыта проектирования и использования ядерных реакторов на гражданских судах, прежде всего ледокольного флота. Это позволит при соблюдении определенных мер безопасности кардинально изменить положение с перспективой глобального изменения климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. United Nations Environment Programme (2020). Greening the Blue Report 2020: The UN System's Environmental Footprint and Efforts to Reduce it. Geneva: UNEP.
2. IMO strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships.
3. ГОСТ Р 54299-2010 (ИСО 8217:2010). ТОПЛИВА СУДОВЫЕ. Технические условия.
4. Gafurov A.M., Osipov B.M., Gatina R.Z., Gafurov N.M. POSSIBLE WAYS OF DECREASE IN EMISSIONS OF CARBON DIOXIDE GAS. Power engineering: research, equipment, technology. 2017;19(9-10):21-31. (In Russ.) // Электрон. дан. Режим доступа URL:<https://doi.org/10.30724/1998-9903-2017-19-9-10-21-31> (дата обращения 15.08.2022).
5. Howarth R.W., Jacobson M.Z. How green is blue hydrogen? Energy Sci Eng. 2021;9:1676– 1687. // Электрон. дан. Режим доступа URL:<https://doi.org/10.1002/ese3.956> (дата обращения 12.08.2022).
6. IRENA (2019), Navigating to a renewable future: Solutions for decarbonising shipping, Preliminary findings, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
7. Линейка реакторов серии РИТМ. // Электрон. дан. Режим доступа URL:<https://www.rusatom-overseas.com/ru/smr/rodom-iz-arktiki/> (дата обращения 05.06.2022).

ANALYSIS OF WAYS TO REDUCE GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM MARITIME TRANSPORT

¹Kovalishin Pavel Yurievich, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the English Language Section of the Institute of Fisheries and Aquaculture

²Reznichenko Yury Alexandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Ship Automation of the Maritime Institute

^{1,2}Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kaliningrad State Technical University", Kaliningrad, Russia, e-mail: ¹pavelkovalishinkaliningrad@mail.ru

International legislation provides for the reduction of harmful emissions (carbon dioxide CO₂, nitrogen oxide NO_x) in ship power plants, which makes it necessary to look for alternative fuels and energy sources. However, the currently considered use of liquefied natural gas, biogas, methanol and other fuels is associated with significant problems. The article presents the results of a multifactorial technical and economic analysis of existing solutions, which makes it possible to determine the use of nuclear energy as a promising direction in solving the problem of reducing greenhouse gas emissions in maritime transport.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

¹Пушкарев Александр Евгеньевич, д-р техн. наук, профессор кафедры НТТМ

²Евтюков Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, заведующий кафедрой НТТМ

³Абросимов Евгений Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Организация перевозок»

⁴Максимова Анастасия Сергеевна, аспирант кафедры НТТМ

^{1,2,4}Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: ¹pushkarev-agn@mail.ru

³Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия, e-mail: zhenyabrosimo111@yandex.ru

Представлены принципиальные решения структуры и состава системы мониторинга рабочих параметров машин и судов для применения в условиях Арктики. Основные элементы системы базируются на сенсорах, произведенных по технологии поверхностных акустических волн, что позволяет успешно применять их в условиях экстремально низких температур. Внедрение такой системы мониторинга состояния и рабочих параметров в условиях Арктики создаст необходимую информационную поддержку выработки и принятия технических и организационных мер по недопущению нештатных ситуаций, обеспечению высокой эффективности и надежности функционирования машин и судов в сложной ледовой обстановке.

Введение

Арктика – это не только романтика дальних странствий, завораживающая красота и суровость природы, несметные богатства недр и самобытность живущих там людей. Арктика - это ключевой вопрос стратегии развития страны. При этом ключевая роль в освоении Арктики отводится формированию надежной транспортной инфраструктуры, способной эффективно работать в экстремальных условиях, обеспечивать повышение доступности регионов, способствовать раскрытию потенциала районов Крайнего Севера.

Российские Арктические регионы характеризуются довольно разнообразными климатическими, инженерно-геологическими и геокриологическими условиями. Частично эти территории находятся в криолитозоне, в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов, а частично в зоне распространения сезонно мерзлых грунтов.

Это обуславливает особенности строительства и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры. К таким особенностям относится необходимость обслуживания техники в условиях функционирования на значительных расстояниях от специализированных производственных структур; доставка запасных частей и расходных материалов затруднена удаленностью и сложностью транспортировки; интенсивность работы машин носит ярко выраженный сезонный характер, может реализовываться в условиях экстремально низких температур, сложной ледовой обстановки для судов и низкой устойчивости грунтовых массивов, для строительных машин.

Последнее обстоятельство особенно обостряется в современных условиях, когда состояние и поведение многолетнемерзлых грунтов претерпевает резкие метаморфозы в связи с повышением среднегодовых температур.

Одним из путей решения проблемы обеспечения эффективного функционирования машин и судов, надёжности и долговечности объектов транспортной инфраструктуры Арктики является предложенный учеными кафедры НТТМ СПбГАСУ комплексный метод формирования систем мониторинга состояния и рабочих параметров технических объектов. Идея метода заключается в том, что решение проблем, обусловленных широким списком особенностей условий эксплуатации,

должно опираться на комплексный же учет возможно большего круга факторов, влияющих на эффективность эксплуатации объектов в экстремальных условиях.

Формирование систем мониторинга базируется на комплексе измерения физических величин, обеспечивающем сбор данных о значениях контролируемых параметров с заданной периодичностью, с передачей на единый пульт обработки для анализа и выработки обоснованных рекомендаций при строительстве и эксплуатации объектов различного назначения. При этом передача информации может осуществляться в проводном, беспроводном и гибридном варианте связи.

Цель предложенного метода - выбор параметров оборудования онлайн мониторинга технического состояния и позиционирования функционирующих машин и судов, для научного обоснования состава системы, обеспечивающей повышение эффективности работы техники и не допускающей возникновения критических ситуаций.

1. Метод и исследования

Анализ современных подходов к устройству систем мониторинга состояния и местонахождения технологических машин был произведен на основе данных более 120 компаний, представляющих свои услуги и продукты на мировом рынке [1-3].

В режиме реального времени диспетчер может наблюдать за техникой, если существует необходимость отслеживания местоположения и контроля, например, расхода топлива, напряжения бортовой сети, наработки в моточасах и работы навесного оборудования (рис. 1).



Рис.1. Типовой вариант структуры системы мониторинга

При этом существует возможность не только непрерывного контроля данных операторами мониторингового центра, но и накопления данных от датчиков на борту с последующей передачей информации по соответствующему запросу.

Оценка технического уровня существующих систем мониторинга технических параметров и позиционирования машин произведена на основе предложений 15 компаний-разработчиков систем спутникового мониторинга транспорта:

- ГОНАССсофт (ГЛОНАССsoft);
- БАРС ГЛОНАСС (БАРС-ГЛОНАСС);
- РесурсКонтроль (Ресурсконтроль);
- Gurtam (Wialon);
- Omnicomm (Omnicom-online);
- ТехноКом (Авто-Граф);
- Navixy (Navixy);
- Fort Telecom (Fort Monitor);

- Транс Сателлит (СКИФ-навигатор);
- ПМК (Waliot);
- СКАУТ (СКАУТ);
- Гелиософт (Гелиософт);
- ТИС (ТИС-online);
- Sky Election (Пилот);
- Градосервис (Auto Map).

Для оценки технического уровня систем мониторинга выше перечисленных компаний был установлен перечень из 28 параметров наиболее важных для конкретного применения (исходя из опроса экспертов):

- 1) геолокация (определение географических координат);
- 2) аварийные сообщения в реальном времени о незапланированных выездах из границ установленной территории;
- 3) сообщения о незапланированной буксировке/ угоне/ не авторизованном использовании машины;
- 4) скорость движения/ пробег;
- 5) количество стоянок/ остановок (их продолжительность);
- 6) обороты двигателя;
- 7) температура двигателя;
- 8) давление масла в двигателе;
- 9) моточасы общие;
- 10) моточасы холостого хода;
- 11) давление в системе гидравлики;
- 12) температура масла трансмиссии;
- 13) уровень топлива;
- 14) объем заправленного/ слитого топлива;
- 15) время и место заправок/ сливов;
- 16) расход топлива;
- 17) температура топлива в баке и топливных магистралях;
- 18) вода в топливе;
- 19) момент и длительность подъема/ опускания исполнительного механизма;
- 20) вес и нагрузка на исполнительный механизм;
- 21) вращение исполнительного механизма;
- 22) вес и нагрузка на ось;
- 23) давление в шинах;
- 24) заряд АКБ;
- 25) открытие дверей;
- 26) стиль (качество) вождения;
- 27) идентификация/ длительность присутствия водителя;
- 28) возможность дистанционной блокировки двигателя.

Оценка значимости каждого из выбранных параметров производилась экспертным методом с привлечением более 40 экспертов с предприятий, осуществляющих разработку, производство, эксплуатацию и обслуживание технологических машин. В результате были получены показатели значимости выбранных параметров (рис. 2).

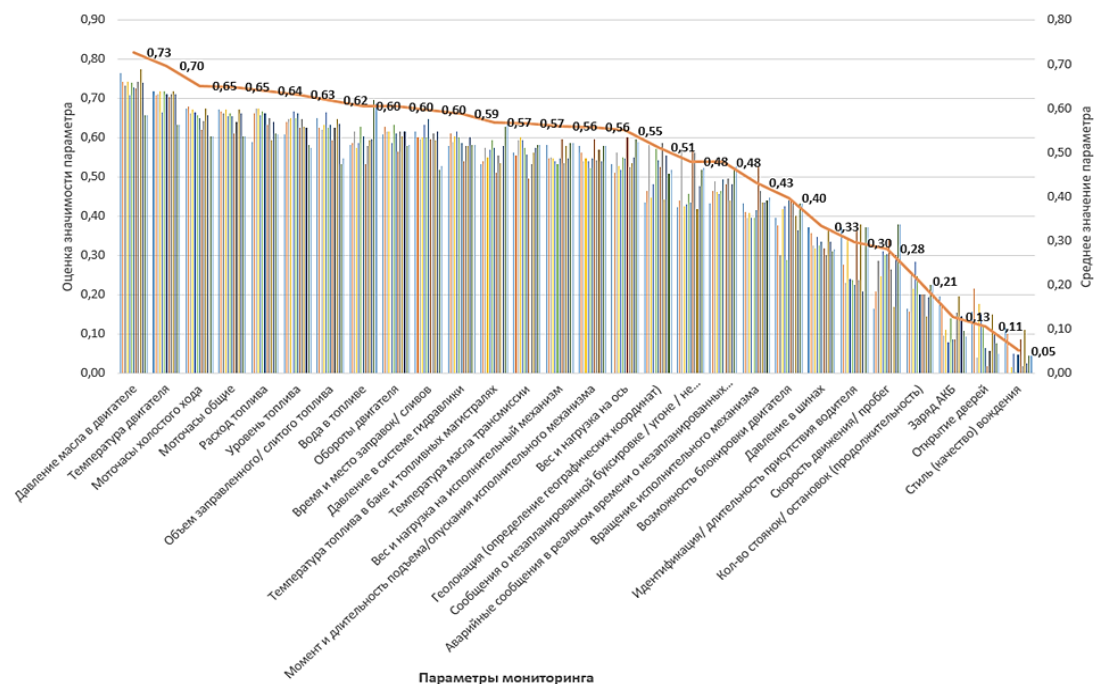


Рис. 2. Показатели значимости регистрируемых параметров

Анализ состава представленных на рынке систем мониторинга рабочих параметров технологических машин показал, что некоторые из параметров, имеющих высокий уровень значимости, не фиксируются в известных системах (рисунок 3).

На сегодняшний день не предложено общего показателя оценки системы спутникового мониторинга транспорта [5-17]. Выполненный анализ продуктов 15 компаний позволяет в качестве такого показателя предложить «показатель отклика системы».

Для комплектации систем мониторинга состояния объекта предлагается использовать группу датчиков температуры и деформаций, реализующих технологию поверхностных акустических волн (ПАВ).

ПАВ-датчик - это акустоэлектронное устройство – линия задержки, состоящая из встречно-штыревого преобразователя (ВШП), подключенного к антенне и нескольких отражающих кодовых рефлекторов, пространственно-временное положение которых зависит от контролируемого параметра среды [18-19].

К преимуществам датчиков на ПАВ относятся:

- Абсолютная пассивность
- Высокая степень защиты кодирования
- Невозможность изменения идентификационного кода
- Долговечность, неизменность характеристик в процессе эксплуатации
- Высокая устойчивость к воздействию электромагнитных помех
- Высокая радиационная стойкость
- Высокая стойкость к факторам внешней среды
- Высокая надежность считывания
- Возможность работы на металле и под землей
- Высокая дальность считывания

Внедрение систем мониторинга состояния и рабочих параметров технологических машин и объектов транспортной инфраструктуры для повышения эффективности и надежности эксплуатации в условиях низких температур позволит:

- осуществлять непрерывный мониторинг температурных полей
- оценивать фактическое техническое состояние техники
- прогнозировать техническое состояние или определять скрытые дефекты конструкции
- сигнализировать о приближении контролируемых параметров к критическим значениям

— выработать обоснованные рекомендации по предотвращению опасных ситуаций, что позволит повысить безопасность и эксплуатационную машин.

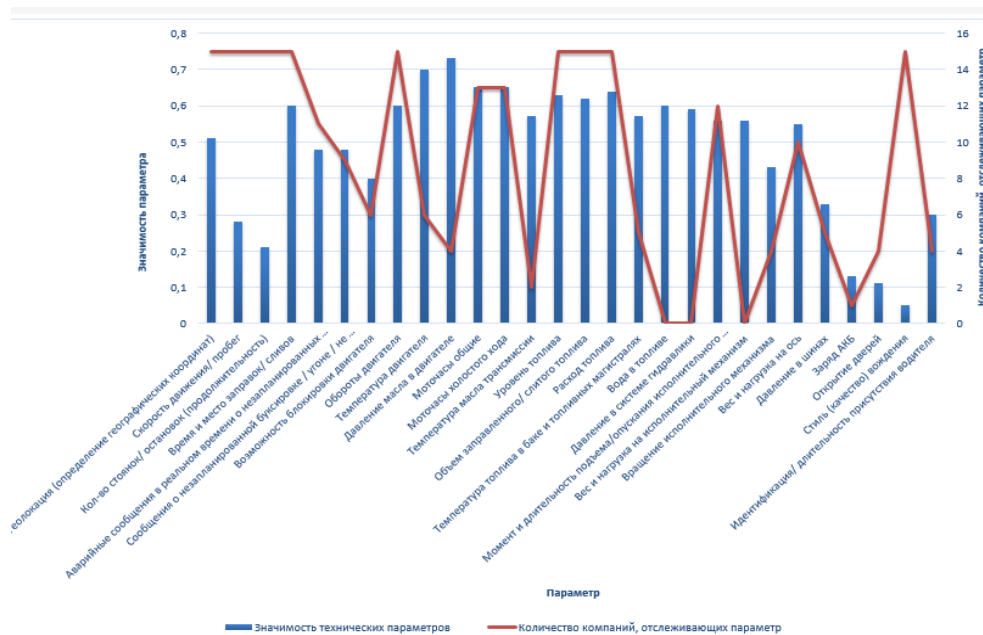


Рис. 3. Сопоставление уровня значимости фиксируемых параметров с количеством случаев их фиксации в известных системах мониторинга

Учитывая тот факт, что современные транспортно-технологические системы и комплексы, функционирующие в условиях Арктики, могут быть охарактеризованы как объекты исследований с изменяющимися условиями внешней среды, динамическим развитием процессов изменения параметров в самой системе, и отсутствием достаточной степени определённости необходимого информационного состояния, при выработке мероприятий, направленных на повышения эффективности системы, решение задач оптимизации состава и принципа работы систем мониторинга стоит искать с использованием аналитических моделей, с применением современных цифровых технологий.

Так разработка данных систем возможна на базе интеграции в один аналитический инструмент методов динамического многокритериального программирования и методов теории принятия решений в условиях неопределенного состояния среды исследования [20].

Выводы

На основании проведенных исследований получены следующие результаты.

1. Выполнен обзор существующих систем мониторинга технических параметров машин и передачи данных, позволивший систематизировать подходы и существующий опыт создания и эксплуатации таких систем.

2. Сформирован перечень основных параметров машин, характеризующих их положение и состояние при выполнении производственного задания, учитывающий особенности условий эксплуатации и пожелания потребителей.

3. Проведена оценка технического уровня современных систем мониторинга и позиционирования, получены значения показателя отклика системы, позволяющего оценить соответствие конкретного варианта системы комплексу условий эксплуатации и пожеланиям потребителей.

4. Выполнен обзор технических средств сбора и передачи информации о текущих значениях параметров, характеризующих положение и состояние машин в процессе выполнения производственного задания.

5. Предложен вариант комплекта оборудования для системы онлайн мониторинга технических параметров функционирующей дорожностроительной техники и позиционирования, обеспечивающий наивысший уровень показателя отклика системы, что позволило определить перспективы и направления дальнейшего развития такой техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назначение системы спутникового GPS мониторинга автотранспорта. URL: <https://www.tk-ekat.ru/useful/blog/naznachenie-sistemy-sputnikovogo-gps-monitoringa#rec161047814> (дата обращения: 03.11.2020)
2. Пушкарев А.Е., Васильева М.А. Основы научных исследований транспортных систем горных предприятий // Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2020. 24 с.
3. Гаффарова С.Р. Современные системы мониторинга и контроля технического обслуживания подъемно-транспортных и строительно-дорожных машин// в сборнике: совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий сборник научных трудов по материалам XIV международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию юбилею доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ Авдонькина Фёдора Николаевича (1923-1996). 2018. с. 107-115.
4. Шабаетова Ю.И. Групповая экспертная оценка значимости факторов на основе использования метода парного сравнения // Инженерный вестник Дона № 4, 2014.
5. Бесконтактный CAN считыватель УМКа210. URL: <https://glonassoft.ru/ru/equipment/umka210> (дата обращения: 03.11.2020)
6. Датчик уровня топлива. URL: <https://www.fmeter.ru/produktsiya/datchik-urovnja-topliva/Jeskort-td-online/> (дата обращения: 15.11.2020)
7. Датчик нагрузки на ось. URL: <https://resurscontrol.com/oborudovanie/datchik-nagruzki-na-os/> (дата обращения: 20.10.2020)
8. Датчик вращения. URL: <http://bars-glonass.ru/good/122495/> (дата обращения: 20.10.2020)
9. Интеграция с тахографами. URL: <https://scout-gps.ru/resheniya/integratsiya-s-po-i-oborudovaniem/integratsiya-s-takhografami/> (дата обращения: 19.11.2020)
10. Назначение и принцип работы датчиков. URL: <https://techautoport.ru/transmissiya/korobka-peredach/datchiki-akpp.html> (дата обращения: 21.11.2020)
11. Измерительные преобразователи давления. URL: <https://www.hydac.com/ru-ru/produkcija/datchiki/datchiki-davlenija/izmeritelnye-preobrazovateli-davlenija.html> (дата обращения: 27.11.2020)
12. Датчик воды в топливном фильтре. URL: <https://mashintop.ru/articles.php?id=3429> (дата обращения: 21.11.2020)
13. Датчик наличия воды. URL: <http://sibdoring.ru/datchiki-nalichiya-vody/-voda-v-di> (дата обращения: 21.11.2020)
14. Измерение веса груза на погрузчике. URL: <http://sensor-sms.ru/full-catalogue-2/folder/izmereniye-vesa-gruza-na-pogruzchike> (дата обращения: 27.10.2020)
15. Доценко А.И. Комплексный мониторинг параметров дорожных машин и асфальтобетонной смеси - основа повышения качества покрытий автомобильных дорог// Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2018. № 2 (53). с. 89-93.
16. Манаков А.Л., Игумнов А.А., Коларж С.А. Создание системы мониторинга технического состояния транспортных и технологических машин// Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 4. с. 125-132.
17. Озорнин С.П., Бердников И.Е. Совершенствование организации мониторинга изменений технического состояния машин в эксплуатации // Вестник Забайкальского государственного университета. 2014. № 8. с. 64-69.
18. Пушкарев А.Е., Молев Ф.В., Сергушев А.Г., Манвелова Н.Е. Подходы к построению сенсорных сетей для систем геомеханического мониторинга // Радиопромышленность, Т.4, - 2016, - с. 6-13.
19. Шубарев В.А., Пушкарев А.Е., Молев Ф.В., Сергушев А.Г., Киевский П.Ю., Яковлев А.В. Функционально-модульное построение семейства датчиков деформации конструкций зданий и сооружений для автоматизированных систем конструкционной безопасности // Радиопромышленность, Т.4, - 2017, - с. 69-77.
20. Максимова А. С., Пушкарев А. Е. Решение задачи формирования системы мониторинга состояния и позиционирования строительных и дорожных машин // ИД «Петрополис», Санкт-Петербург, 2021. 108 с.

SOLUTION OF THE PROBLEM OF FORMING A SYSTEM FOR MONITORING THE WORKING PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL MACHINES

¹Pushkarev Aleksandr Evgenievich, Dr. Sci. (Eng), Professor

²Evtiukov Sergej Arkadievich, Dr. Sci. (Eng), Head of department

³Abrosimov Evgeny Aleksandrovich, Ph. D., assistant professor

⁴Maksimova Anastasiya Sergeevna, postgraduate student

^{1,2,4}St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: ¹pushkarev-agn@mail.ru

³Baltic Fishing Fleet State Academy, Kaliningrad, Russia, e-mail: zhenyabrosimo111@yandex.ru

The article presents the fundamental decisions of the structure and composition of the system for monitoring the operating parameters of technological machines for use in the conditions of the Arctic regions. The main elements of the system are based on sensors manufactured using surface acoustic wave technology, which allows them to be successfully used in conditions of extremely low temperatures. The introduction of systems for monitoring the state and operating parameters in the Arctic will create the necessary information support for the development and adoption of technical and organizational measures to ensure high efficiency and reliability of the operation of machines and prevent emergency situations.

УДК 625.576

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГОЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ БЕЗОПАСНУЮ ПЕРЕДАЧУ ГРУЗОВ МЕЖДУ СУДАМИ В МОРЕ

Рыжов Григорий Анатольевич, адъюнкт кафедры № 514

Филиал ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» в г. Калининграде,
Калининград, Россия, e-mail: vunc-vmf-bvmi@mil.ru

Рассмотрен принцип и проведен анализ работы судовой канатной дороги при передаче грузов в море в нескольких режимах. Главной задачей в подобных операциях является безопасная передача груза. Для обеспечения гарантированной безопасности передачи груза на всем пути его передачи, необходимо обеспечить: автоматическое управление движением груза на всем пути передачи, слежение груза за точкой подвеса (ТП) судовой канатной дорогой (СКД) при его нахождении в зоне соответствующей точки подвеса, безопасный автоматический переход от одного режима передачи к другому.

В России используется единственная судовая канатная дорога, и та китайского производства. на танкере «Академик Пашин». Характеристики не соответствуют действительным. В результате этого не обеспечивается управляемая безопасная скорость сближения с ними груза. Что может повлечь аварийную ситуации с катастрофическими последствиями.

Результаты данного исследования позволяют заключить, что для обеспечения гарантированной безопасности передачи груза на всем пути его передачи, необходимо обеспечить:

Динамические процессы система автоматического управления (САУ) СКД [1,2] описываются системой нелинейных дифференциальных уравнений. Ее аналитическое решение не представляется возможным. Поэтому, для исследования динамических режимов САУ СКД разработан алгоритм расчета на ПК, реализованный в программу с использованием программного обеспечения MathLab-VisSim. В данной программе реализована математическая модель [3,4].

Программа предназначена для исследования основных режимов работы системы управления СКД: задание и поддержание натяжения ветвей канатов, задание и поддержание постоянной скорости перемещения грузовой тележки (ГТ) с грузом. Расчет может производиться как в условиях воздействия динамических нагрузок (качка корабля), так и без них. С использованием программы осуществлен вычислительный эксперимент.

Цель вычислительного эксперимента – исследование динамики изменения натяжения канатов и скорости движения ГТ при его нахождении в зоне соответствующей точки подвеса. Режим работы системы управления устанавливается с помощью блоков «Задатчик натяжения» и «Задатчик скорости ГТ» путем ввода соответствующих параметров натяжения канатов и скорости перемещения ГТ. Всего исследуются два режима работы: движение ГТ в зоне передающего корабля (режим 1); движение ГТ в зоне принимающего корабля (режим 2).

Компьютерные программы, обеспечивающие исследование в среде MathLab-VisSim динамических характеристик оптимизированных контуров скорости перемещения груза и натяжения канатов, позволяет исследовать динамику скорости движения ГТ и натяжения канатов на всей траектории движения груза с воздействием динамических нагрузок (качка корабля).

Компьютерная программа исследования динамических качеств СКТ в зоне передающего корабля (режим 1), обеспечивающая исследование динамических характеристик, оптимизированных по управлению скорости движения ГТ с задатчиком интенсивности разгона ГТ и датчиком скорости $V_{в1}$, а также задатчиком интенсивности натяжения канатов при возмущающем воздействии качки корабля представлена на рисунке 1, переходные процессы на рисунке 2.

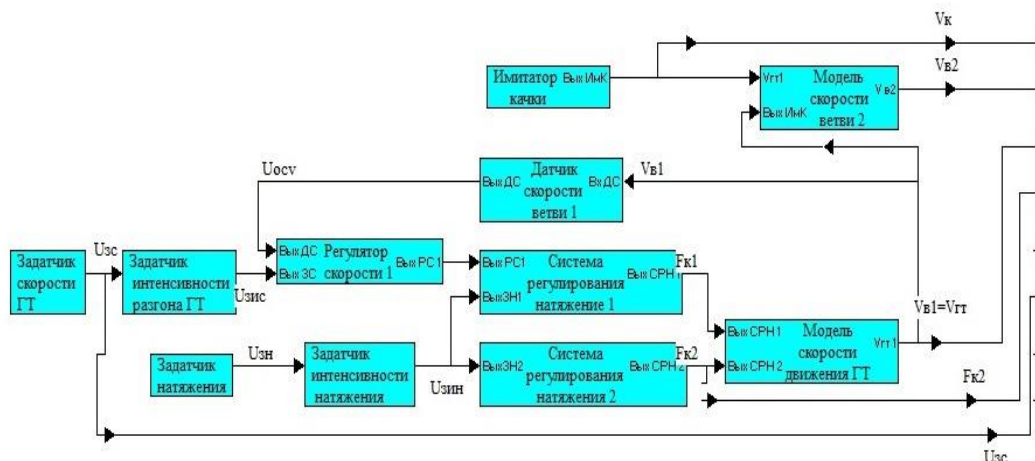


Рис 1. Программа исследования динамических качеств СКТ в зоне передающего корабля

Из результатов анализа характеристик на рисунке 2 следует, что оптимизированная таким образом структура САУ СКД обеспечивает формирование требуемых характеристик для безударной передачи груза. Натяжение второй ветви каната ($F_{к2}$) и скорость движения ГТ ($V_{ГТ}$) на всей траектории остается практически постоянной. Все переходные процессы натяжения хорошо демпфированы.

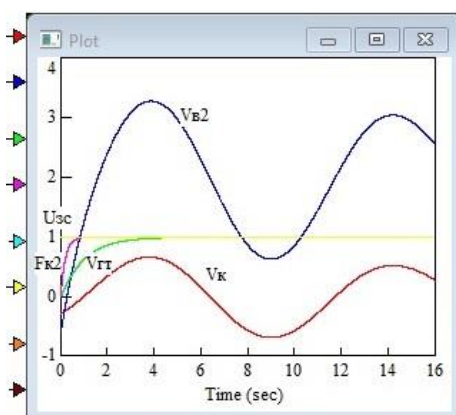


Рис 2. Динамические характеристики функционирования САУ СКД в зоне передающего корабля

Следующим этапом является исследование динамических качеств САУ СКД в зоне принимающего корабля (режим 2). Для обеспечения вышеуказанных режимов используется устройство разгона и торможения движения средств загрузки (СЗ) с грузом относительно точки посадки.

Компьютерная программа исследования динамических качеств СКТ в зоне принимающего корабля, обеспечивающая исследование динамических характеристик, оптимизированных по управлению скорости движения ГТ с задатчиком интенсивности разгона ГТ, датчиками скорости ветвей $V_{в1}$, $V_{в2}$ и задатчиком интенсивности натяжения канатов при возмущающем воздействии качки корабля представлена на рисунке 3, а графики соответствующих переходных процессов – на рисунке 4.

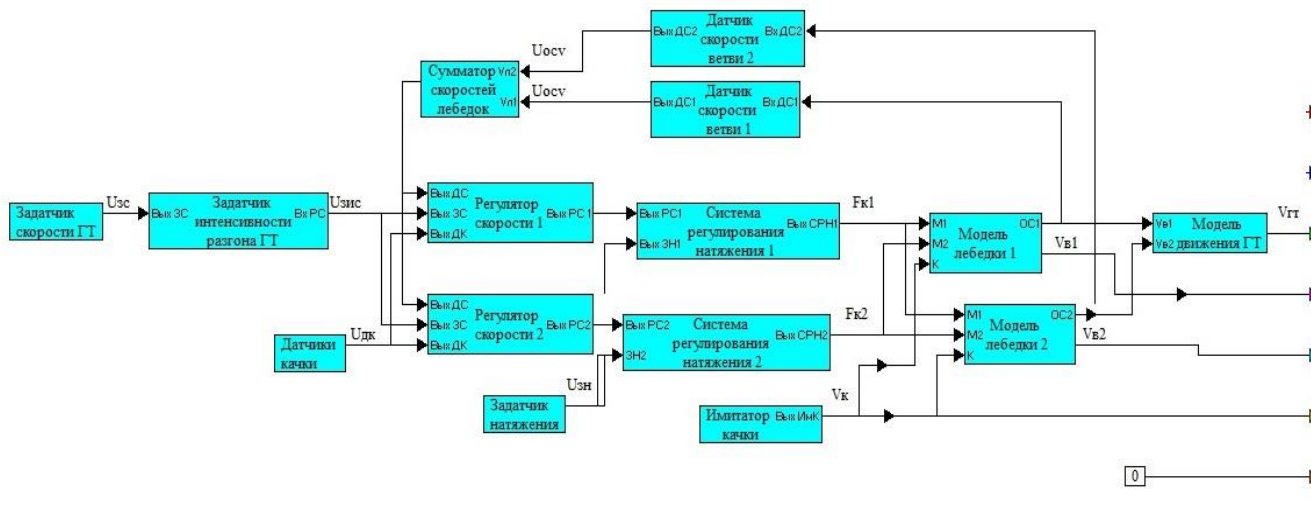


Рис 3. Программа исследования динамических качеств СКТ в зоне принимающего корабля

Из анализа характеристик на рисунке 4 следует, что оптимизированная структура САУ СКД обеспечивает формирование требуемых характеристик для безопасной передачи груза. Изменение скоростей $V_{в1}$, $V_{в2}$ ветвей каната под воздействием качки корабля (V_k) происходит синхронно. Разница их скоростей $V_{ГТ}$ равна скорости движения ГТ, которая остается постоянной на всей траектории. Все переходные процессы хорошо демпфированы.

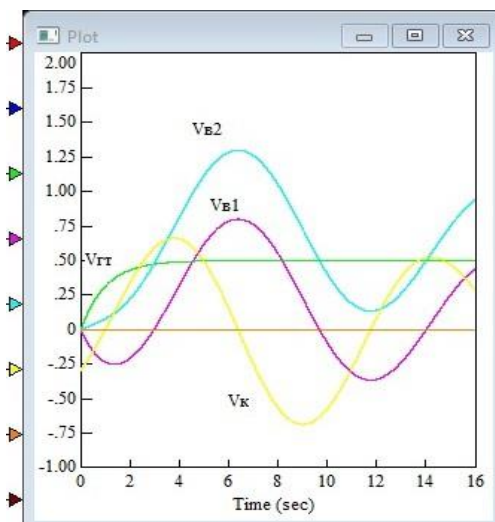


Рис 4. Динамические характеристики функционирования САУ СКД в зоне принимающего корабля

Таким образом, подтверждено:

– в режиме 1, заданная скорость движения ГТ относительно ТП1 СКД определяется частотой вращения лебедкой Л1, а натяжение каната обеспечивается лебедкой Л2, обрабатывающей (отслеживающей) удвоенную качку корабля [3,4].

– в режиме 2, скорость ГТ относительно ТП2 СКД является функцией частот вращения обеих тяговых лебедок, кратна алгебраической полусумме скоростей $V_{в1}$, $V_{в2}$ ветвей каната [3,4]. и натяжение последнего поддерживается одновременно обоими электродвигателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ас. 1013342 (СССР) Система передачи грузов между судами в море в условиях качки /Астраханский технич. институт рыбн. пром. и хоз.; Авт. изобрет. В.А.Черняев, А.В Кипер и И.В.Гайдуков. - Заявл. 21.12.82 № 3390999/27-11; Оpubл. в Б.И. 1983, № 15; МКИ В63 в 27/30,- УДК 629.12.013/015: 621. 86(088.8).

2. А.с. 969584 (СССР). Устройство для передачи грузов между судами в море в условиях качки /Астр.техн. инет. рыб. пром. и хоз.; Авт. изобрет. В.А Черняев, И.В. Гайдуков, А.В. Кипер. - Заявл. 13.07.81, №3316931/27-11; Оpubл. в Б.И. 1982, №40; МКИ В63 в 27/30,- УДК 629.12.013/015:621.86/87(088.8).

3. Анализ безопасной работы судовых канатных дорог в море VI Международная научно – практическая конференция 6.12.21г. 179-184 с Кипер А,В. Рыжов Г.А.

4. Режимы работы управления грузовой тележки СКД Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте IV всероссийская научная конференция 26-27 января 2022г. ст105-110

OPERATING ALGORITHM OF THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE SHIP CABLE ROAD, PROVIDING SAFE TRANSFER OF CARGO BETWEEN VESSELS AT SEA

Ryzhov Grigory Anatolyevich, adjunct of the Department No. 514 of the branch of the VUNC of the Navy "Naval Academy" in Kaliningrad

Branch of the VUNC of the Navy "Naval Academy" in Kaliningrad,
Kaliningrad, Russia, e-mail: vunc-vmf-bvmi@mil.ru

The article considers the principle and analyzes the operation of a ship's cable car when transferring cargo to the sea in several modes. The main task in such operations is the safe transfer of cargo. To ensure guaranteed safety of cargo transfer along the entire route of its transfer, it is necessary to ensure: automatic control of cargo movement along the entire transmission path, tracking of cargo over the suspension point (TP) by the ship's cable car (SKD) when it is located in the area of the corresponding suspension point, safe automatic transition from one transfer mode to another.