

Система учета и мониторинга расходов электроэнергии на основе геопространственных данных расположения потребителей

Т. И. Лапина¹ ✉, В. С. Малыхина¹, Р. А. Крупчатников²

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

² Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова
ул. К. Маркса, д. 70, г. Курск 305021, Российская Федерация

✉ e-mail: lapinati@mail.ru

Резюме

Цель исследования заключается в разработке системы учета и мониторинга расходов электроэнергии с визуализацией геопространственных данных расположения потребителей, которая обеспечивает технический учет и анализ структуры потребления электроэнергии, оценку расхода электроэнергии для задач планирования объемов производства и закупки электроэнергии у производящих компаний на основе статистики расходов потребителей, профилактику потерь, связанных с несанкционированным отбором электроэнергии.

Методы. При создании разработки проекта и программной реализации системы мониторинга и контроля расходов электроэнергии использованы методы системного анализа, методы проектирования программных средств информационных систем, унифицированный язык объектно-ориентированного моделирования Unified Modeling Language (UML), СУБД SQLServer, среда разработки Microsoft VisualStudioCode (VS Code.)

Результаты. В ходе выполнения проекта разработано и реализовано программное обеспечение системы мониторинга и контроля расходов электроэнергии с визуализацией геопространственных данных расположения потребителей.

Проект реализован, протестирован и внедрен в деятельность АО «АтомЭнергоСбыт» при планировании и учете поставок электроэнергии потребителям.

Результаты тестирования показали, что программная система полностью удовлетворяет функциональным требованиям, готова к использованию и была продемонстрирована в выставочном центре «Коренная ярмарка».

Заключение. Разработана система учета данных расхода энергоресурсов с визуализацией территориального расположения потребителей с целью контроля расхода и оплат. Разработанная система позволит решить проблему задержки получения показаний приборов учета в системе сбора данных. Визуализация данных потребления энергоресурсов по объектам и их территориальному расположению с привязанными лицевыми счетами, счетчиками и объемами потребления позволит оперативно выполнять контроль объемов поставок, потребителей энергоресурсов, наличие оплаты, что позволит сократить непроизводительные потери и несанкционированные подключения.

Для компании АО «АтомЭнергоСбыт» оперативная визуализация данных потребителей позволяет выполнить анализ охвата потребителей по территориальному признаку и планирование новых подключений.

Ключевые слова: система мониторинга; контроль расходов электроэнергии; визуализация; геопространственные данные расположения потребителей.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Лапина Т. И., Малихина В. С., Крупчатников Р. А. Система учета и мониторинга расходов электроэнергии на основе геопространственных данных расположения потребителей // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2024. Т. 14, № 1. С. 88–103. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-1-88-103>.

Поступила в редакцию 20.01.2024

Подписана в печать 19.02.2024

Опубликована 29.03.2024

Accounting and Monitoring System of Electricity Expenditures Based on Geospatial Data Consumers Location

Tatyana I. Lapina¹ ✉, Victoria S. Malykhina, Roman A. Krupchatnikov

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

² Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov
70 Karl Marx Str., Kursk 305021, Russian Federation

✉ e-mail: lapinati@mail.ru

Abstract

The purpose of the research is considers the development and implementation of a system of accounting and monitoring of electricity costs with visualization of geospatial location data by consumers, which provides technical accounting and analysis of the structure of electricity consumption, estimation of electricity consumption for the tasks of planning production volumes and purchasing electricity from producing companies based on consumer expenditure statistics, prevention of losses associated with unauthorized electricity extraction.

Methods. When creating a project and software implementation of a system for monitoring and controlling energy consumption, methods of system analysis, methods of designing software for information systems, a unified object-oriented modeling language Unified Modeling Language (UML), DBMS SQLServer, development environment Microsoft Visual Studio Code (VS Code.) were used.

Results. During the project, software for a monitoring and control system for electricity consumption with visualization of geospatial data on the location of consumers was developed and implemented.

The project was implemented, tested and introduced into the activities of JSC AtomEnergoSbyt when planning and accounting for electricity supplies to consumers.

The testing results showed that the software system fully satisfies the functional requirements, is ready for use and was demonstrated at the exhibition center.

Conclusion. A system for recording energy consumption data with visualization of the territorial location of consumers has been developed in order to control consumption and payments. The developed system will solve the problem of delay in receiving readings from metering devices in the data collection system. Visualization of energy resource consumption data by objects and their territorial location with linked personal accounts, meters and consumption volumes will allow you to quickly control the volume of supplies and energy consumers. availability of payment, which will reduce unproductive losses and unauthorized connections.

For the company JSC Atomenergobyty, operational visualization of consumer data makes it possible to analyze the coverage of consumers by territorial basis and plan new connections.

Keywords: monitoring system; control of electricity consumption; visualization; geospatial data of consumer location.

Conflict of interest: The Authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Lapina T. I., Malykhina V. S., Krupchatnikov R. A. Accounting and Monitoring System of Electricity Expenditures Based on Geospatial Data Consumers Location. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* = *Proceedings of the South-west State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering*. 2024; 14(1): 88–103. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-1-88-103>.

Received 20.01.2024

Accepted 19.02.2024

Published 29.03.2024

Введение

В настоящее время повышение энергоэффективности экономики является одним из приоритетных направлений государственной политики в Российской Федерации, которое охватывает различные сферы деятельности, в том числе и электроэнергетику. Решение задач обеспечения энергоэффективности в области электроэнергетики связано с решением проблем не столько производящих предприятия, сколько энергосбытовых организаций [1].

Энергосбытовая компания в электроэнергетике – коммерческая организация независимо от организационно-правовой формы, осуществляющая продажу произведенной или купленной электрической энергии с целью обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей [2].

Как коммерческие организации энергосбытовые компании обязаны вести учет и анализ потребностей потребителей электроэнергии, планирования производства или закупки требуемых объемов у производящих компаний и достоверный учет расхода энергоресурсов,

что должно обеспечить безубыточную работу и получение прибыли от продажи электроэнергии.

Однако в настоящее время возникает противоречие. С одной стороны, активная застройка городских территорий, создание новых предприятий – все это ведет к росту числа потребителей, резкому увеличению объемов потребления электроэнергии, увеличению нагрузок на подстанции (ТП) и линии электропередач (ЛЭП), что, в свою очередь, должно способствовать и росту эффективности деятельности энергосбытовых компаний [3].

С другой – резкий рост потребления энергоресурсов ведет к массовому несанкционированному отбору электроэнергии, растет и количество неучтенных (несанкционированных) потребителей. Так, по энергосистеме допустимый уровень потерь составляет 9–10%, по распределительным сетям удовлетворительный уровень потерь – 4–4,5% и максимально допустимый – 10% [4].

По энергосистемам России фактические потери имеют величину от 6,7% до 33,6%, а в распределительных сетях

потери доходят до 40–50% от электроэнергии, поступившей в сеть [5].

Все это требует разработки мер по обеспечению учета и контроля за потреблением электроэнергии для обеспечения энергоэффективности технологических процессов учета и распределения электроэнергии.

Сокращение и профилактика потерь электроэнергии в распределительных компаниях в первую очередь определяются методами сбора и обработки информации, достоверностью учетных данных, средствами обнаружения небалансов оперативностью принятия решений при планировании объемов потребления и расхода электроэнергии [6].

Коммерческий учет – процесс измерения объемов электрической энергии произведенной и потребленной в соответствующих точках поставки.

Формализации и автоматизации технологического процесса планирования, учета и контроля распределения электроэнергии позволят внести необходимые дополнения для обеспечения контроля энергоресурсов, наладить оперативное реагирование на нештатные ситуации, разработать методику профилактики потерь, связанных с несанкционированным отбором электроэнергии, разработать и внедрить экономически эффективную систему контроля и учета электроэнергии [7].

Кроме того, для электроэнергетических распределительных компаний характерно расположение потребителей на больших территориях. Для оперативного

реагирования и принятия решений требуется визуализация объектов – потребителей электроэнергии. Конкретное расположение сосредоточенных и распределенных объектов потребления на местности представляет интерес не только для выполнения оценки объемов расхода и планирования объемов закупки, но и также является значимым для решения целого ряда задач управления [8].

Геоинформационные технологии предоставляют возможность выполнить информационное моделирование расположения потребителей, зонирование территорий, анализировать и прогнозировать экстремальные ситуации в соответствии с геоданными потребителей [9].

Таким образом, автоматизированное построение на плане местности зон по различным критериям, с визуализацией потребителей с привязанными к ним лицевыми счетами, счетчиками и их данными является актуальным направлением автоматизации управления энергосбытовыми компаниями.

Материалы и методы

В рамках данной статьи рассмотрен подход к реализации проекта разработки системы учета и мониторинга расходов электроэнергии с визуализацией геопространственных данных территориального расположения потребителей.

Разработка автоматизированной системы учета поставок электроэнергии выполнена на основе анализа деятельности энергосбытовой компании АО

«АтомЭнергоСбыт» при обслуживании потребителей.

Организация может получать данные разными способами: от потребителей с помощью мобильного приложения на сайте компании (через личный кабинет); используя электронную почту

компании; при оплате в центре обслуживания населения; с использованием автоматических средств коммерческого учета электроэнергии.

Рассмотрим схему сбора показаний с приборов учета (рис. 1).



Рис. 1. Способы сбора показаний с приборов учета

Fig. 1. Methods for collecting readings from metering devices

Собранные показания попадают в программный комплекс для автоматического учета электроэнергии, который обрабатывает полученные данные показаний приборов учета; рассчитывает объем и стоимость отпущенной электроэнергии; ведет учет оплат потребителей; формирует квитанции для оплаты и отчеты о расходе электроэнергии [10].

Для того чтобы оперативно отследить исправность работы приборов, выявить незаконное присоединение к

энергосетям, обнаружить утечку энергии и перерасход, устанавливаются «умные приборы учета». Главным отличием этих устройств является формирование измерительных импульсов на основе величины проходящего через них тока. Это позволяет с высокой точностью определить, сколько электричества было израсходовано. При потере связи с системой данные о потреблении электроэнергии сохраняются как на самих приборах учета, так и в устройствах сбора и

передачи данных и могут быть переданы после восстановления связи [11].

Таким образом, «умные счетчики» производят измерение объемов потребляемого электричества и передают

полученную информацию по каналам передачи на сервер сборки и обработки информации системе учета.

Рассмотрим схему передачи данных в систему учета (рис. 2).



Рис. 2. Схема передачи данных в систему учета

Fig. 2. Scheme of data transfer to the accounting system

В АО «АтомЭнергоСбыте» в качестве источника данных используют технические средства автоматизированных систем учета и контроля электроэнергии АСКУЭ «Пирамида» и АСКУЭ «Лартех» [12].

В схеме передачи данных в систему учета АСД – это дополнительный программой модуль, позволяющий орга-

низовать отдельную интегрированную базу данных приборов учета и разграничить транспортный уровень и расчетные модули комплекса. В АСД в качестве источников данных могут выступать как системы, имеющие свой протокол, так и источники с прямым обращением к базам данным или файлам [13].

С помощью специализированного программного комплекса «Стек» выполняется учет и обработка данных приборов учета, производится начисление платы за услуги энергоснабжения и расчет потерь.

Анализ организации сбора данных в АО «АтомЭнергоСбыте» позволил разработать модели проекта системы учета и мониторинга расходов электроэнергии

с возможностью визуализации геопространственных данных потребителей [14].

На рисунке 3 приведена диаграмма вариантов использования системы пользователями (Use case diagram) в процессе учета расхода электроэнергии, определяющая функции проектируемой системы [15].

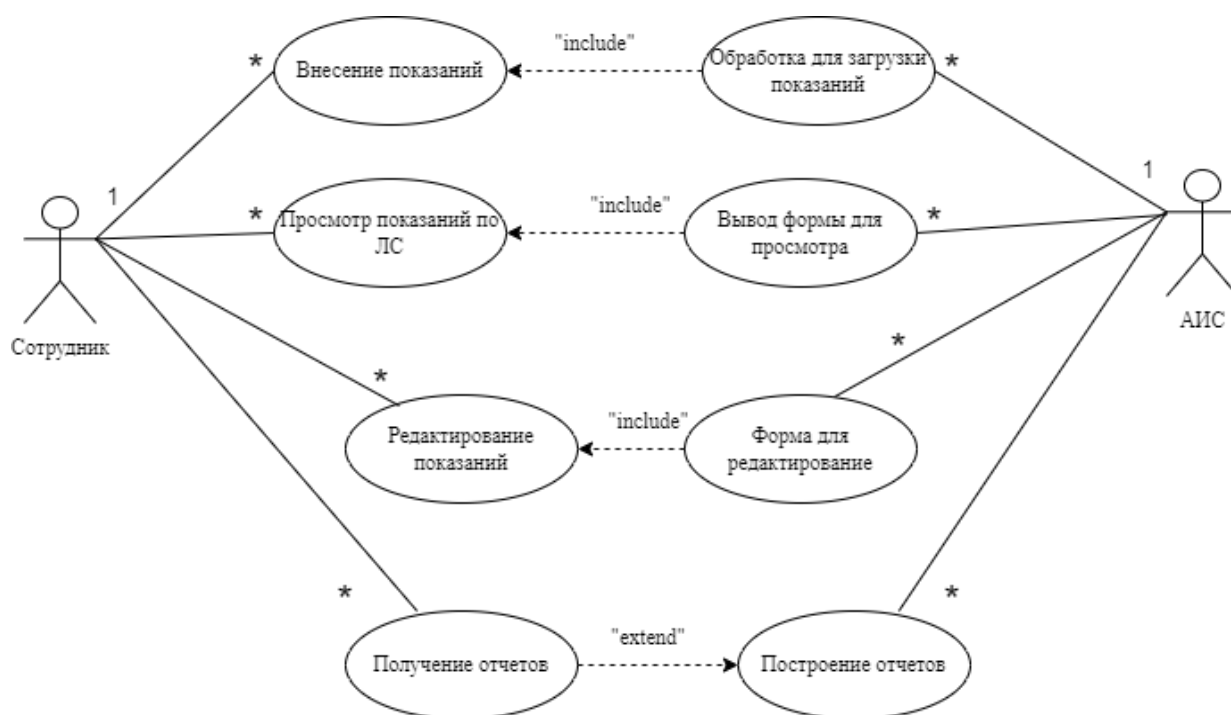


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования системы учета электроэнергии

Fig. 3. Diagram of system use cases electricity metering

Порядок взаимодействия объектов при учете расхода электроэнергии в программной системе учета и мониторинга расхода электроэнергии при загрузке показаний приборов учета приведен в виде диаграммы деятельности (Activity diagram) (рис. 4).

Для получения показаний от потребителей в АО «АтомЭнергоСбыт» разработаны цифровые сервисы в виде

мобильного приложения и личного кабинета. Данные, переданные потребителями, попадают в базу, а в дальнейшем их можно просмотреть и обработать в программном комплексе, который выполняет следующие функции: расчет объемов и стоимости отпущенной электроэнергии; прием платежей от населения и юридических лиц; формирование и печать платежных документов;

обработка показаний приборов учета; современные сервисы для качественной работы с обращениями от абонентов; самообслуживание абонентов (возможность распечатать и оплатить квитанцию за электроэнергию, доступ к информации по лицевому счету) [16].

На рисунке 5 проведен пример использования мобильного приложения для сбора показаний расхода электроэнергии по идентификаторам пользователей [15].

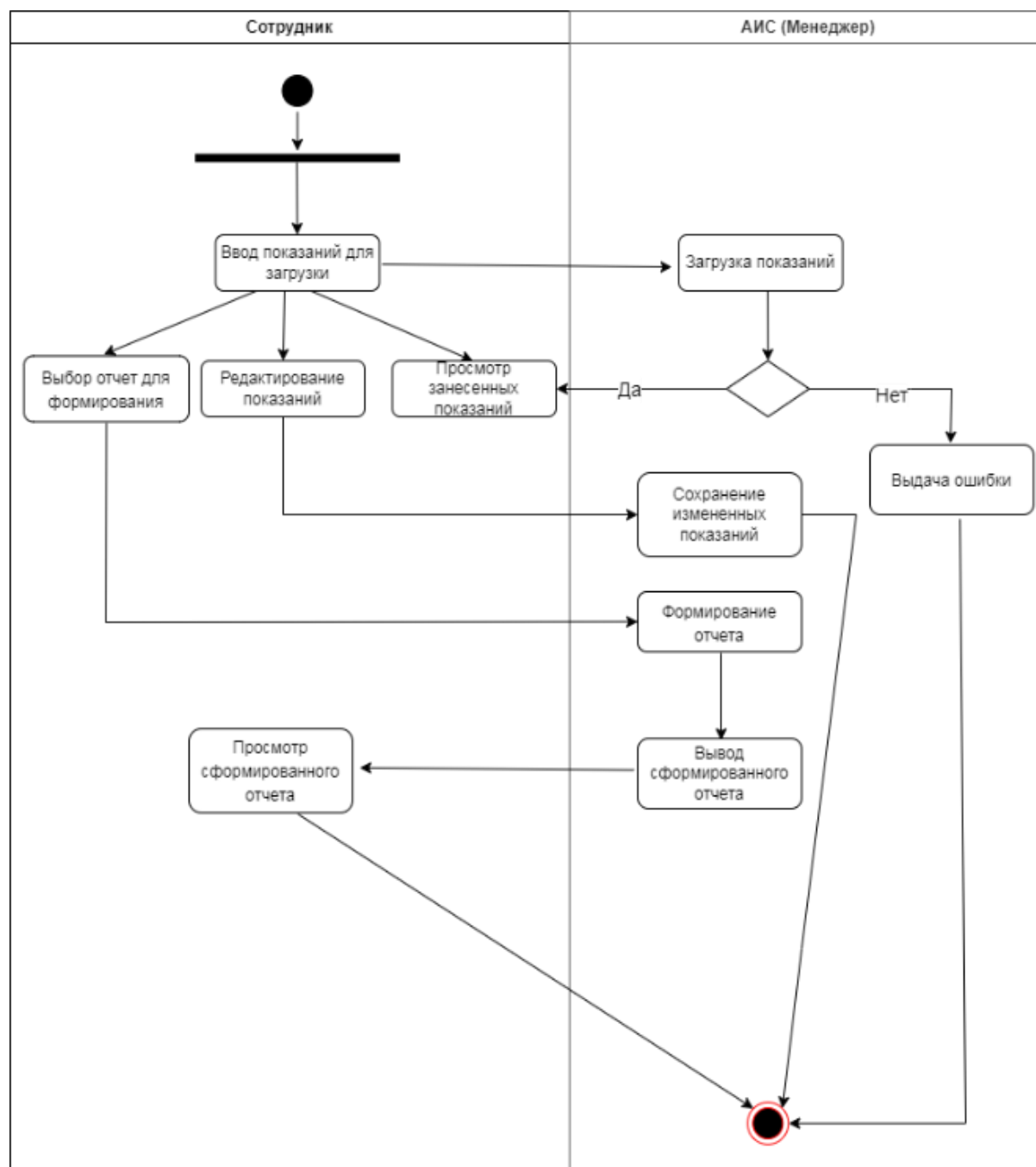


Рис. 4. Диаграмма Activity для системы учета при загрузке показаний приборов учета

Fig. 4. Activity diagram for the metering system when loading meter readings

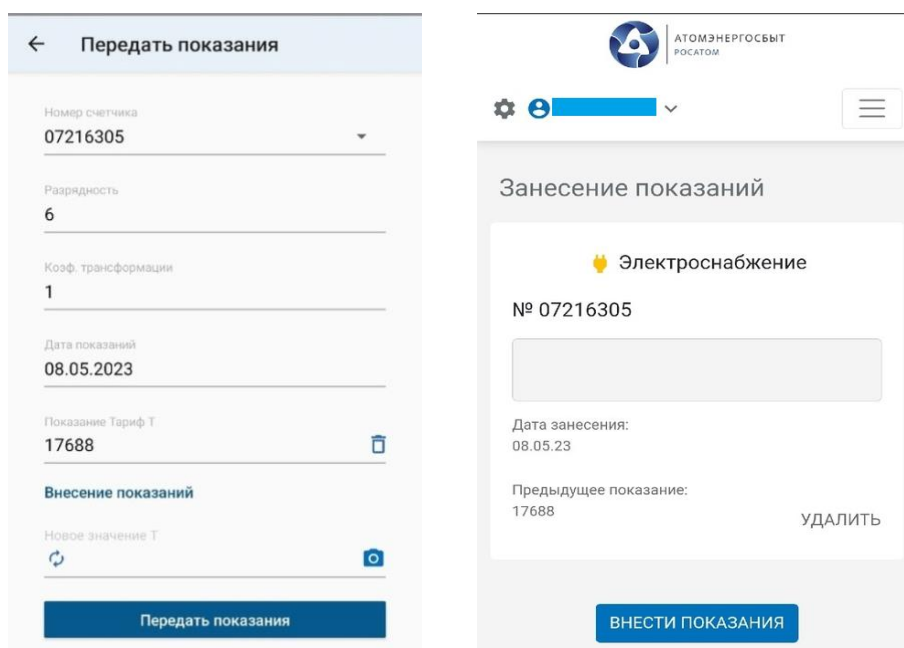


Рис. 5. Мобильное приложение АО «АтомЭнергоСбыт»

Fig. 5. Mobile application AO AtomEnergoSbyt

Результаты и их обсуждение

Система учета и мониторинга расходов электроэнергии с возможностью визуализации геопространственных данных потребителей предназначена для агрегации, актуализации, хранения и визуализации данных о производстве, передаче, распределении и потреблении электрической энергии на оптовом и розничном рынках электроэнергии [17].

Данные электросбытовые организации могут получать от потребителей, от представителей сетевых организаций и с использование автоматических средств коммерческого учета электроэнергии, которые агрегируют данные от «умных приборов» учета, специальных приборов, которые измеряет объем потребляемой электроэнергии и передают данные в интегрированную базу данных приборов учета системы сбора и обработки информации [18].

Рассмотрим пример работы системы учета (рис. 6).

Формализации и автоматизации технологического процесса учета и мониторинга распределения электроэнергии позволяет обеспечить контроль энергоресурсов, разработать методику профилактики потерь, связанных с несанкционированным отбором электроэнергии, планировать объемы закупки у производящих компаний на основе статистики расходов потребителей, обеспечить оперативное реагирование на нештатные ситуации [19].

Программная реализация системы учета и мониторинга расходов электроэнергии для АО «АтомЭнергоСбыт» выполнена на платформе «Стек энерго».

Рассмотрим примеры работы системы учета расхода электроэнергии (рис. 7).

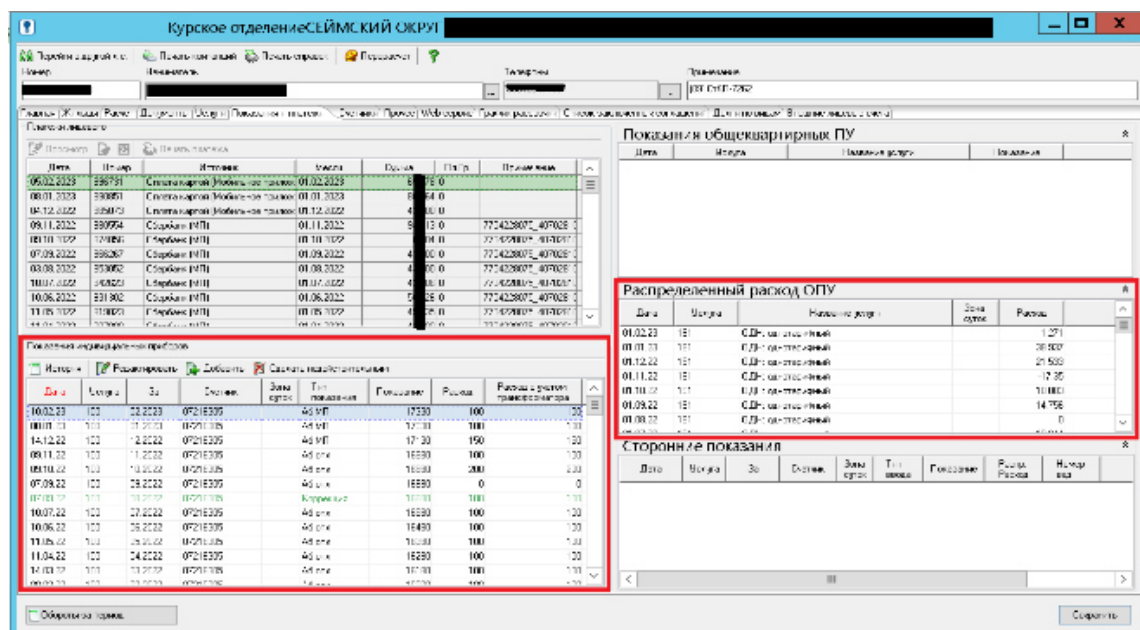


Рис. 6. Показания счетчиков

Fig. 6. Meter readings

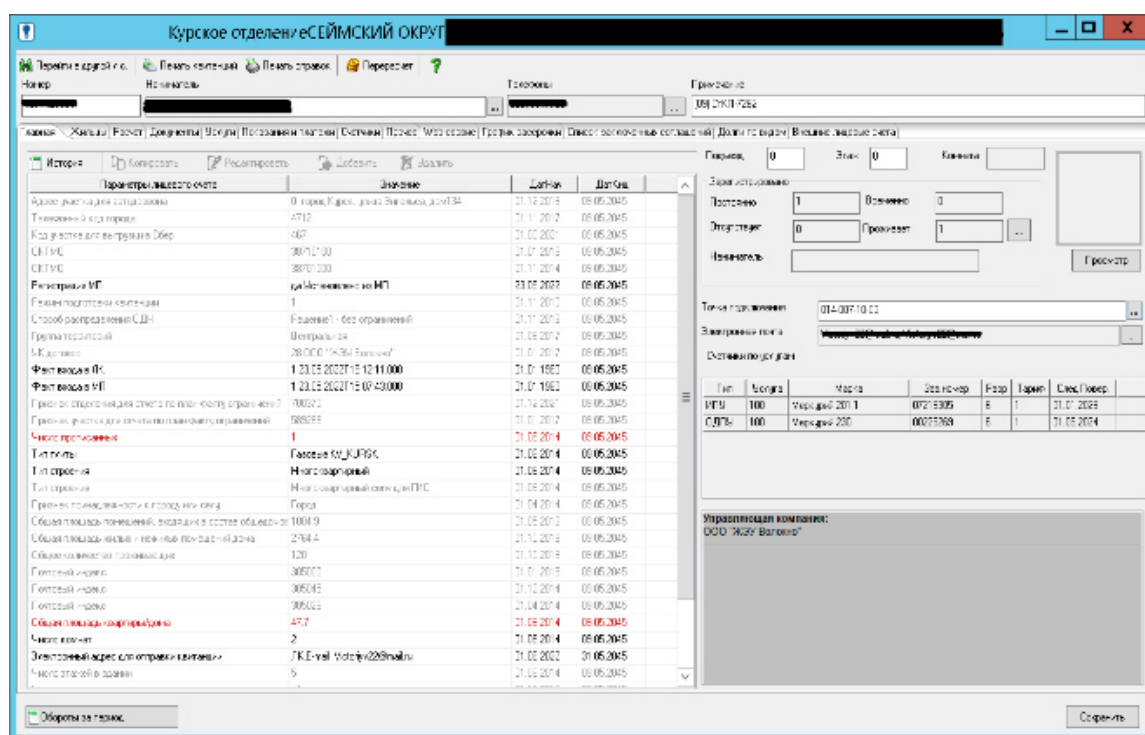


Рис. 7. Карточка лицевого счета

Fig. 7. Personal account card

Разработанная система учета позволяют решить проблему задержки получения показаний «умных приборов учета»

в системе сбора данных «Пирамида» и «Лартех» в систему учета данных базы данных АСД [20].

Кроме того, для системы учета актуальной является задача визуализации данных потребителей с учетом их территориального расположения с привязанными к ним лицевыми счетами, счетчиками и объемами потребления.

Для реализации этой задачи разработана база данных в Microsoft SQL Server management Studio и программное

средство визуализации геопространственных данных потребителей [17].

При открытии страницы выводится карта с маркерами, отмечающими адреса. Красными выделены адреса, у которых показания не передавались больше 10 дней. Пример приведен ниже (рис. 8).

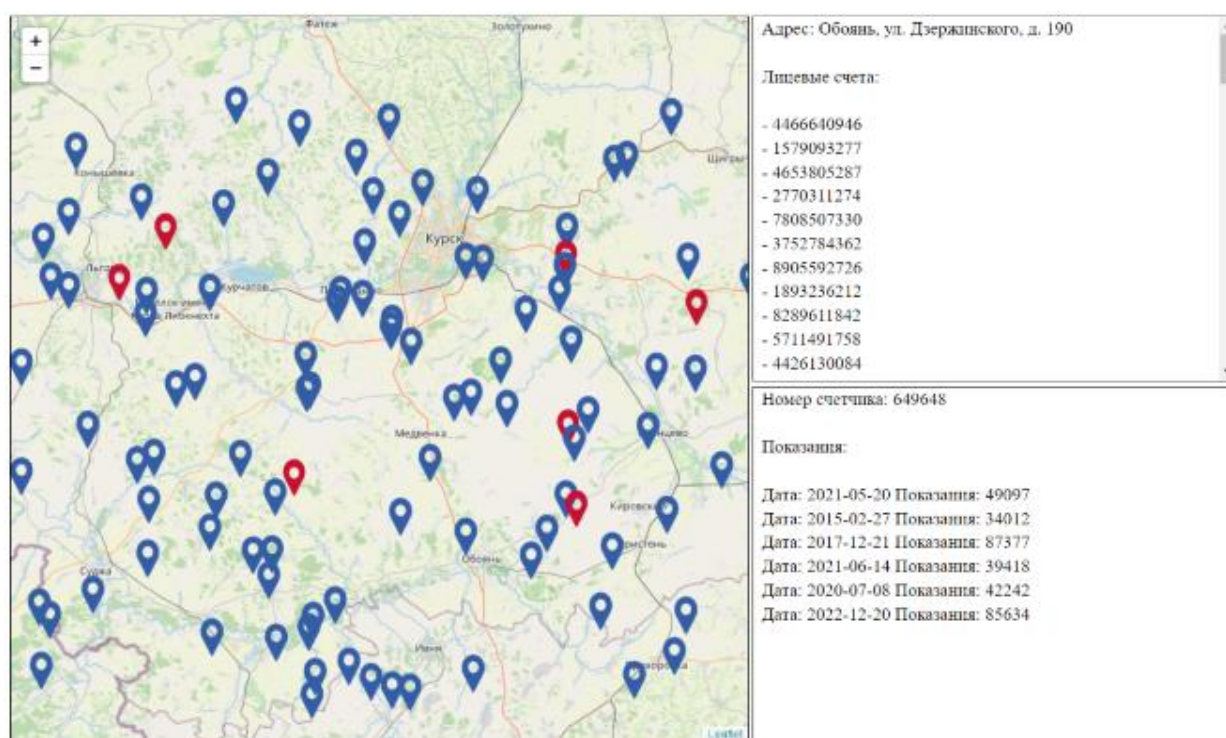


Рис. 8. Визуализация данных в системе учета

Fig. 8. Visualization of data in the accounting system

При нажатии на маркер выводится информация с адресом и списком лицевого счета, находящихся по этому адресу. При выборе лицевого счета снизу выводятся данные с номером счетчика и списком показаний и данных оплаты, что позволяет визуально контролировать поступление денежных средств и задержки оплаты поставленной электроэнергии [20].

Выводы

Для коммерческих энергосбытовых организаций, обеспечивающих поставки электроэнергии потребителям, требуется решать задачи анализа потребностей в электроэнергии, планирования производства или закупки требуемых объемов у производящих компаний, ведения учет расхода энергоресурсов для исключения несанкционированного

отбора электроэнергии и несанкционированных подключений потребителей.

Разработанная система мониторинга и контроля расходов электроэнергии с возможностью визуализации геопространственных данных потребителей позволит решить проблему задержки получения показаний «умных приборов» учета в системе сбора данных.

Визуализация данных потребления энергоресурсов по объектам и их территориальному расположению дает возможность руководству компании оперативно выполнять контроль объемов поставок, потребителей энергоресурсов, наличие оплаты, позволяет сократить непроизводительные потери и несанкционированные подключения.

Кроме того, для руководства компании АО «АтомЭнергоСбыт» оперативная визуализация данных потребителей позволяет выполнить анализ охвата потребителей по территориальному признаку и планирование новых подключений.

Разработанная система мониторинга и контроля расходов электроэнергии с возможностью визуализации геопространственных данных потребителей протестирована и внедрена в деятельность энергосбытовой компании АО «АтомЭнергоСбыт» при обслуживании потребителей.

Результаты работы системы были продемонстрированы в выставочном центре «Коренная ярмарка».

Список литературы

1. Корнюхова А. В. Состояние, проблемы и перспективы развития электроэнергетики России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2013. № 2. С. 48–60.
2. Соловьева И. А., Дзюба А. П. Стратегия управления электропотреблением промышленного предприятия // Проблемы обеспечения безопасного развития современного общества: материалы IV Международной научно-практической конференции. Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2014. С. 47–57.
3. Сендеров С. М., Смирнова Е. М., Воробьев С. В. Анализ уровня энергетической безопасности в Центральном и Южном федеральных округах России с применением нормированных индикативных оценок // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2023. № 2. С. 16–30.
4. Папков Б. В., Куликов А. Л., Осокин В. Л. Вероятности редких случайных событий в электроэнергетике // Электричество. 2019. № 2. С. 4–9.
5. Соловьев И. А. Интеллектуальное ценозависимое управление затратами на электропотребление промышленного предприятия // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. 2017. Т. 16, № 1. С. 27–45.
6. Лапина Т. И., Вань Л. Анализ задач АИС управления энергоресурсами региона // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы: материалы докладов IV Региональной заочной научно-практической конференции. Курск: Университетская книга, 2017. С. 111–116.

7. Лапина Т. И., Вань Л. Методы и алгоритмы автоматизации управления основной деятельностью электросбытовой компании // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы: материалы докладов IV Региональной заочной научно-практической конференции. Курск: Университетская книга, 2019. С. 13–17.
8. Шипулина К. В., Добринова Т. В. Особенности формирования амортизационных затрат энергетических предприятий // Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия: сборник научных статей II Всероссийской научно-практической конференции. Курск: Университетская книга, 2019. С. 327–329.
9. Методика управления спросом на электро- и тепловую энергию в интегрированной энергосистеме с активными потребителями / Н. И. Воропай, В. А. Стенников, Е. А. Барахтенко, О. Н. Войтов // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2020. № 4. С. 11–23.
10. Беляев Н. А., Коровкин Н. В., Чудный В. С. Многокритериальная оптимизация при планировании развития энергосистем // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2021. № 2. С. 3–11.
11. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е., Кожевников М. В. Управление спросом на энергию в регионе // Экономика региона. 2013. № 2. С. 71–78.
12. Науменко В. И. Развитие автоматизации распределительных сетей цифровой РЭС // Актуальные проблемы энергетики. 2020. С. 451–544.
13. Лапина Т. И., Акульшина М. А. Информационная система управления рисками планирования производственной деятельности предприятия // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы: материалы докладов IV Региональной заочной научно-практической конференции. Курск: Университетская книга, 2017. С. 116–122.
14. Построение систем мониторинга параметров случайных процессов / Т. И. Лапина, Д. В. Лапин, Е. А. Петрик, Е. А. Криушин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. Т. 6, № 4 (23). С. 484–493.
15. Управление доступом к информационным ресурсам в информационных системах / Т. И. Лапина, Э. М. Димов, Д. В. Лапин, Е. А. Петрик // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. Т. 6, № 4 (23). С. 523–534.
16. Чукреев Ю. Я., Чукреев М. Ю. Конкурентный отбор мощности: особенности, нормативное и информационное обеспечение // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2021. № 2. С. 12–24.
17. Лапина Т. И., Лапин Д. В., Желанов А. Л. Подход к идентификации пользователей информационных ресурсов // Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов и обработки изображений. Распознавание – 2019: сборник материалов XV Международной научно-технической конференции / Юго-Западный государственный университет. Курск: Университетская книга, 2019. С. 100–102.
18. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е., Кожевников М. В. Управление спросом на энергию: адаптация зарубежного опыта в России // Эффективное антикризисное управление. 2013. № 1. С. 84–89.

19. Лоскутов А. А., Пелевин П. С., Митрович М. Разработка логической части интеллектуальной многопараметрической релейной защиты // *Электричество*. 2020. № 5. С. 12–18.

20. Лапина Т. И., Большаева С. А. Оценка экономического потенциала предприятия для управления инвестициями // *Будущее науки – 2019: сборник научных статей VII Международной молодежной научной конференции*. Курск: Университетская книга, 2019. С. 152–156.

References

1. Korniyukhova A. V. Sostoyanie, problemy i perspektivy razvitiya elektroenergetiki Rossii [The state, problems and prospects of development of the Russian electric power industry]. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Economics*, 2013, no. 2, pp. 48–60.

2. Solovyova I. A., Dzyuba A. P. [Power consumption management strategy of an industrial enterprise]. *Problemy obespecheniya bezopasnogo razvitiya sovremennogo obshchestva. Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Problems of ensuring the safe development of modern society. Materials of the IV International Scientific and Practical Conference]. Yekaterinburg, UMTS UPI Publ., 2014, pp. 47–57. (In Russ.)

3. Senderov S. M., Smirnova E. M., Vorobyov S. V. Analiz urovnya energeticheskoy bezopasnosti v Central'nom i Yuzhnom federal'nyh okrugah Rossii s primeneniem normirovannyh indikativnyh ocenok [Analysis of the level of energy security in the central and southern federal districts of Russia using standardized indicative estimates]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Energetika = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Energy*, 2023, no. 2, pp. 16–30.

4. Papkov B. V., Kulikov A. L., Osokin V. L. Veroyatnosti redkih sluchajnyh sobytij v elektroenergetike [Probabilities of rare random events in the electric power industry]. *Elektrichestvo = Electricity*, 2019, no. 2, pp. 4–9.

5. Solovyov I. A. Intellektual'noe ceno-zavisimoe upravlenie zatratami na elektropotreblenie promyshlennogo predpriyatiya [Intelligent price-dependent cost management for power consumption of an industrial enterprise]. *Vestnik UrFU. Seriya: Ekonomika i upravlenie = Bulletin of the UrFU. Series: Economics and Management*, 2017, vol. 16, no. 1, pp. 27–45.

6. Lapina T. I., Wan L. [Analysis of the tasks of AIS management of regional energy resources]. *Intellektual'nye informacionnye sistemy: tendencii, problemy, perspektivy. Materialy dokladov IV regional'noj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Intelligent information systems: trends, problems, prospects. Materials of the reports of the IV regional correspondence scientific and practical conference]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2017, pp. 111–116. (In Russ.)

7. Lapina T. I., Wan L. [Methods and algorithms for automation of management of the main activity of an electric utility company]. *Intellektual'nye informacionnye sistemy: tendencii, problemy, perspektivy. Materialy dokladov IV regional'noj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Intelligent information systems: trends, problems, prospects. Materials

of the reports of the IV Regional correspondence scientific and practical conference]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2019, pp. 13–17. (In Russ.)

8. Shipulina K. V., Dobrinova T. V. [Features of the formation of depreciation costs of energy enterprises]. *Strukturnye preobrazovaniya ekonomiki territorij: v poiske social'nogo i ekonomicheskogo ravnovesiya. Sbornik nauchnykh statej II Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Structural transformations of the economy of territories: in search of social and economic equilibrium. Collection of scientific articles of the II All-Russian scientific and practical conference]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2019, pp. 327–329. (In Russ.)

9. Voropai N. I., Stennikov V. A., Barakhtenko E. A., Voitov O. N. Metodika upravleniya sprosom na elektro- i teploenergiyu v integrirovannoj energosisteme s aktivnymi potrebitelyami [Methods of demand management for electric and thermal energy in an integrated energy system with active consumers]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Energetika = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Energy*, 2020, no. 4, pp. 11–23.

10. Belyaev N. A., Korovkin N. V., Chudny V. S. Mnogokriterial'naya optimizaciya pri planirovanii razvitiya energosistem [Multicriteria optimization in planning the development of energy systems]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Energetika = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Energy*, 2021, no. 2, pp. 3–11.

11. Gitelman L. D., Ratnikov B. E., Kozhevnikov M. V. Upravlenie sprosom na energiyu v regione [Energy demand management in the region]. *Ekonomika regiona = Economics of the Region*, 2013, no. 2, pp. 71–78.

12. Naumenko V. I. Razvitie avtomatizacii raspredelitel'nyh setej cifrovoj RES [Development of automation of distribution networks of digital RES]. *Aktual'nye problemy energetiki = Actual Problems of Energy*, 2020, pp. 451–544.

13. Lapina T. I., Akulshina M. A. [Information management system for planning production activities of the enterprise]. *Intellektual'nye informacionnye sistemy: tendencii, problemy, perspektivy. Materialy dokladov IV regional'noj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Intelligent information systems: trends, problems, prospects. Materials of the proceedings of the IV regional correspondence scientific and practical conference]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2017, pp. 116–122. (In Russ.)

14. Lapina T. I., Lapin D. V., Petrik E. A., Kriushin E. A. Postroenie sistem monitoringa parametrov sluchajnykh processov [Building systems for monitoring parameters of random processes]. *Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii = Modeling, Optimization and Information Technologies*, 2018, vol. 6, no. 4 (23), pp. 484–493.

15. Lapina T. I., Dimov E. M., Lapin D. V., Petrik E. A. Upravlenie dostupom k informacionnym resursam v informacionnyh sistemah [Managing access to information resources in information systems]. *Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tekhnologii = Modeling, Optimization and Information Technologies*, 2018, vol. 6, no. 4 (23), pp. 523–534.

16. Chukreev Yu. Ya., Chukreev M. Yu. Konkurentnyj otbor moshchnosti: osobennosti, normativnoe i informacionnoe obespechenie [Competitive power take-off: features, regulatory and information support]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Energetika = Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Energy*, 2021, no. 2, pp. 12–24.

17. Lapina T. I., Lapin D. V., Zhelanov A. L. [An approach to the identification of information resource users]. *Optiko-elektronnye pribory i ustrojstva v sistemah raspoznavaniya obrazov i obrabotki izobrazhenij. Raspoznavanie – 2019. Sbornik materialov XV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii* [Optoelectronic devices and devices in image recognition and image processing systems. Recognition – 2019. Collection of materials of the XV International Scientific and Technical Conference]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2019, pp. 100–102. (In Russ.)

18. Gitelman L. D., Ratnikov B. E., Kozhevnikov M. V. Upravlenie sprosom na energiyu: adaptaciya zarubezhnogo opyta v Rossii [Energy demand management: adaptation of foreign experience in Russia]. *Effektivnoe antikrizisnoe upravlenie = Effective Anti-Crisis Management*, 2013, no. 1, pp. 84–89.

19. Loskutov A. A., Pelevin P. S., Mitrovich M. Razrabotka logicheskoy chasti intellektual'noj mnogoparametricheskoy relejnoj zashchity [Development of the logical part of intelligent multiparameter relay protection]. *Elektrichestvo = Electricity*, 2020, no. 5, pp. 12–18.

20. Lapina T. I., Bolycheva S. A. [Assessment of the economic potential of an enterprise for investment management]. *Budushchee nauki – 2019. Sbornik nauchnykh statej VII Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii* [The future of science – 2019. Collection of scientific articles of the VII International Youth Scientific Conference]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2019, pp. 152–156. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the Authors

Лапина Татьяна Ивановна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры вычислительной техники, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: lapinati@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7959-3053

Tatyana I. Lapina, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Engineering, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: lapinati@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7959-3053

Малыхина Виктория Сергеевна, студент кафедры вычислительной техники, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: victoriyv22@mail.ru

Victoria S. Malykhina, Student of the Departments of Computer Engineering, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: victoriyv22@mail.ru

Крупчатников Роман Анатольевич, доктор технических наук, профессор, Курский государственный аграрный университет имени И. И. Иванова, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: roman0406@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4951-8607

Roman A. Krupchatnikov, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Kursk State Agricultural Academy named after I. I. Ivanov, Kursk, Russian Federation, e-mail: roman0406@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4951-8607