

## Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии с использованием WEB технологий

*В.С. Щербаков, Е.А. Петухов, И.С. Щербаков, Е.В. Чумакова, А.С. Климов*  
*Сибирский федеральный университет, Красноярск*

**Аннотация:** В статье приведены результаты исследования автоматизированной системы коммерческого учета энергоресурсов. Разработана и протестирована открытая архитектура программного обеспечения верхнего уровня автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии, на основе WEB-технологий, которая позволит проводить дальнейшие исследования и научную деятельность в области математической и программной обработки данных о потреблении электроэнергии. Разработан модуль планирования и управления ресурсами предприятия при внедрении АИИС КУЭ в МКД на основе разработанной диаграммы вариантов использования.

**Ключевые слова:** WEB-технология, автоматизированная информационно-измерительная система, электроэнергия, энергопотребление, автоматическое управление.

В настоящее время интерес к автоматизированным системам коммерческого учета энергоресурсов (АСКУЭ) увеличивается с каждым годом [1-3]. Это связано с глобальной тенденцией к энергоэффективным и энергосберегающим технологиям, а также с изменениями в законодательной и нормативно – правовой базе в энергетическом секторе (Положение о Министерстве промышленности, энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Красноярского края утверждено Постановлением Правительства Красноярского края от 18.05.2010 № 270-п, приведено в редакции от 16.11.2021 № 802-п), которые стимулируют потребителей и поставщиков энергоресурсов к установке интеллектуальных приборов учета, автоматизированных информационно – измерительных систем (АИИС) и т.д. [4-5]. Растут объемы потребления энергоресурсов, растут и затраты на полученные услуги [6]. Одним из способов оптимизации энергозатрат специалисты называют автоматизацию учета энергопотребления [7-8].

Система АСКУЭ выполняет ряд функций, позволяющих повысить эффективность потребления электроэнергии [9]: точное измерение поставки

---

и потребления количества энергоресурсов; автоматизированный контроль потребления энергоресурсов в заданных интервалах; фиксация зон на объекте, имеющих энергопотребление, выходящее за рамки номинальных значений; оценка отклонений параметров энергопотребления; автоматическое управление энергопотреблением на основе заданных критериев и приоритетных схем включения/отключения потребителей; поддержание единого времени во всей системе.

В первой части разработки архитектуры были созданы модули авторизации «Login.php» и регистрации «Signup.php» пользователей для создания личного кабинета с функциональными возможностями с помощью языка PHP, HTML, библиотеки rb.php для администрирования базы данных и создании сессий. Стартовая страница askue.website представлена на рис. 1.

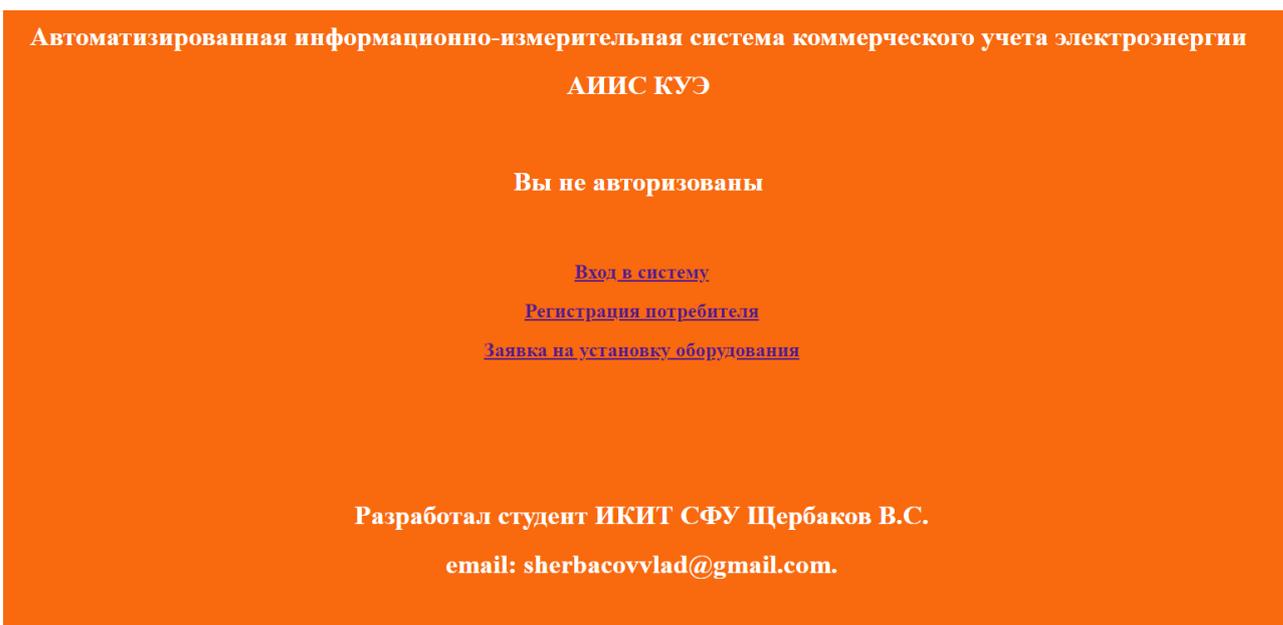


Рис. 1. Стартовая страница askue.website

Принцип регистрации в системе основан на записи данных, вводимых пользователем, в разработанную форму регистрации. Регистрация пользователей и приборов учета в системе осуществляется инженером по установке оборудования. Для этого необходимо ввести актуальные данные потребителя в разработанную форму (рис. 2).

Принцип авторизации в системе основан на сравнении данных, которые были записаны в базу данных при регистрации пользователя и данных, которые пользователь вводит при авторизации.

Для того, чтобы пользователь мог осуществить авторизацию в системе, необходимо ввести свое «Имя пользователя» и «Пароль» в разработанную форму, представленную на рис. 3.

← → ↻ Не защищено | askue.website/signup.php

**Фамилия Имя Отчество потребителя:**

**Email:**

**Адрес установки счетчика:**

**Пароль личного кабинета:**

**Повторить пароль:**

Рис. 2. Форма регистрации askue.website

Стоит отметить, что в данных модулях системы применен алгоритм шифрования данных, по протоколу MD5, что позволяет безопасно хранить пароль и другие необходимые личные данные в базе данных (рис. 4).

Имя пользователя

Пароль

Войти

Разработал студент ИКИТ СФУ Щербakov В.С.  
email: sherbacovvlad@gmail.com.

Рис. 3. Форма авторизации askue.website

id	login	email	password	address	Rang
1	energomera1	energomera1@d	202cb962ac59075b964b07152d234b70	NULL	admin

Рис. 4. Зашифрованный password по протоколу MD5

Следующим шагом была разработка средств управления содержимым с помощью HTML и CSS. На данном этапе было разработано меню «Index.php» автоматизированной системы и элементы управления (рис. 5).

Во второй части разработки были реализованы дополнительные функциональные требования, такие, как отображение графиков нагрузки (мощности) по данным потребления из базы данных «Grafday.php», форма для сбора заявок «Input.php» на подключение оборудования (рис. 6), экспорт данных в .csv формат для администратора (рис. 7), что в целом представляют собой модуль для планирования и управления ресурсами гарантирующего поставщика при внедрении в МКД, на основе разработанной диаграммы вариантов использования (рис. 8).

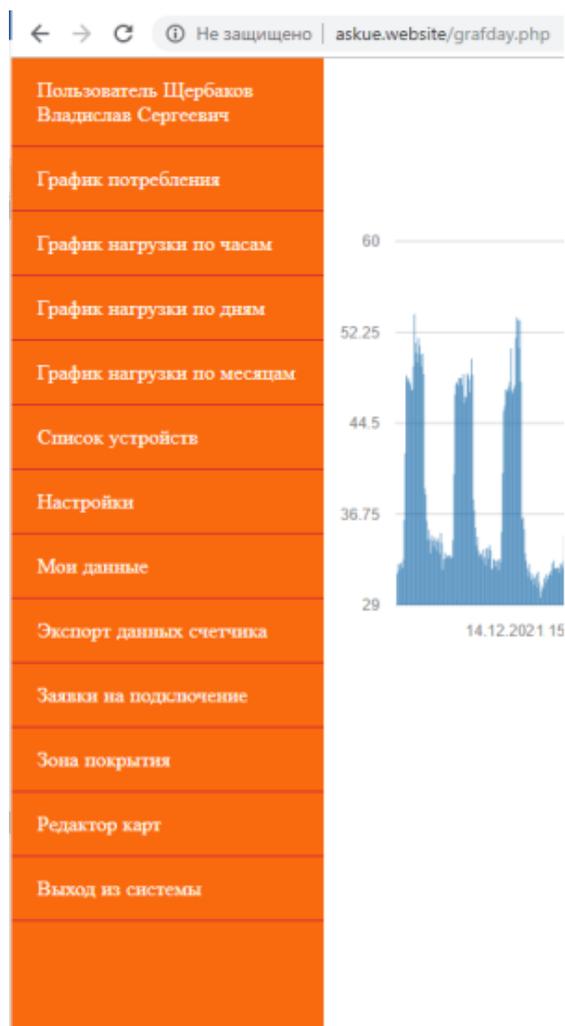


Рис. 5. Боковое меню и элементы управления WEB- интерфейса

Фамилия Имя Отчество потребителя:

\_\_\_\_\_

Email:

\_\_\_\_\_

Адрес установки счетчика:

\_\_\_\_\_

Номер телефона:

\_\_\_\_\_

Отправить заявку на установку оборудования

Рис. 6. Формы для сбора заявок на подключение оборудования

	A	B	C	D	E	F
1	consumption_data_id	data	counters_id	power	energy_consumption	status
2	34080	12.12.2021 00:00:00	612096433	31.68	25424.4	0
3	34081	12.12.2021 0:30	612096433	32.512	25424.8	0
4	34082	12.12.2021 1:00	612096433	31.904	25425.2	0
5	34083	12.12.2021 1:30	612096433	32.416	25425.6	0
6	34084	12.12.2021 2:00	612096433	32.608	25426	0
7	34085	12.12.2021 2:30	612096433	32.192	25426.4	0
8	34086	12.12.2021 3:00	612096433	32.864	25426.8	0
9	34087	12.12.2021 3:30	612096433	36.224	25427.3	0
10	34088	12.12.2021 4:00	612096433	41.92	25427.8	0
11	34089	12.12.2021 4:30	612096433	48.576	25428.4	0

Рис. 7. Экспорт данных энергопотребления в CSV формат

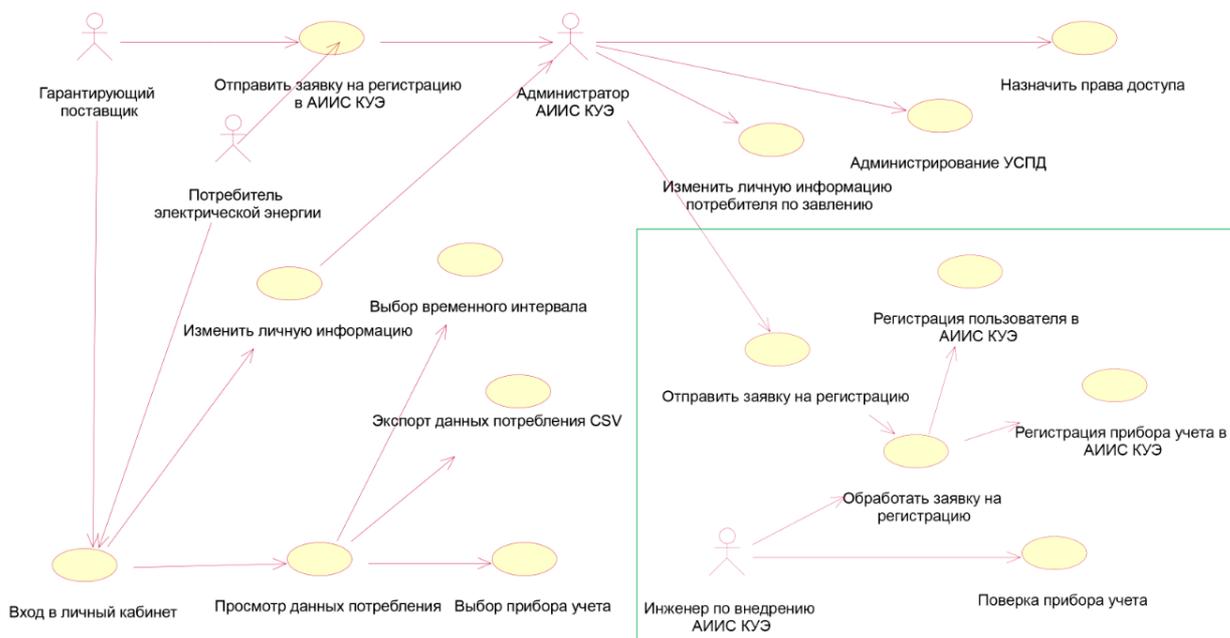


Рис. 8. Диаграмма вариантов использования «АИИС КУЭ МКД»

Также были реализованы средства управления и конфигурирования на основе методов POST и GET для отправки УСПД команд на основе его протокола обмена данными (рис. 9), средства экспорта данных «Export.php» для пользователя (рис. 10). На рис. 11 представлен экспорт данных почасовой нагрузки (мощности) в формате приема данных, стандартизированном энергосбытом.

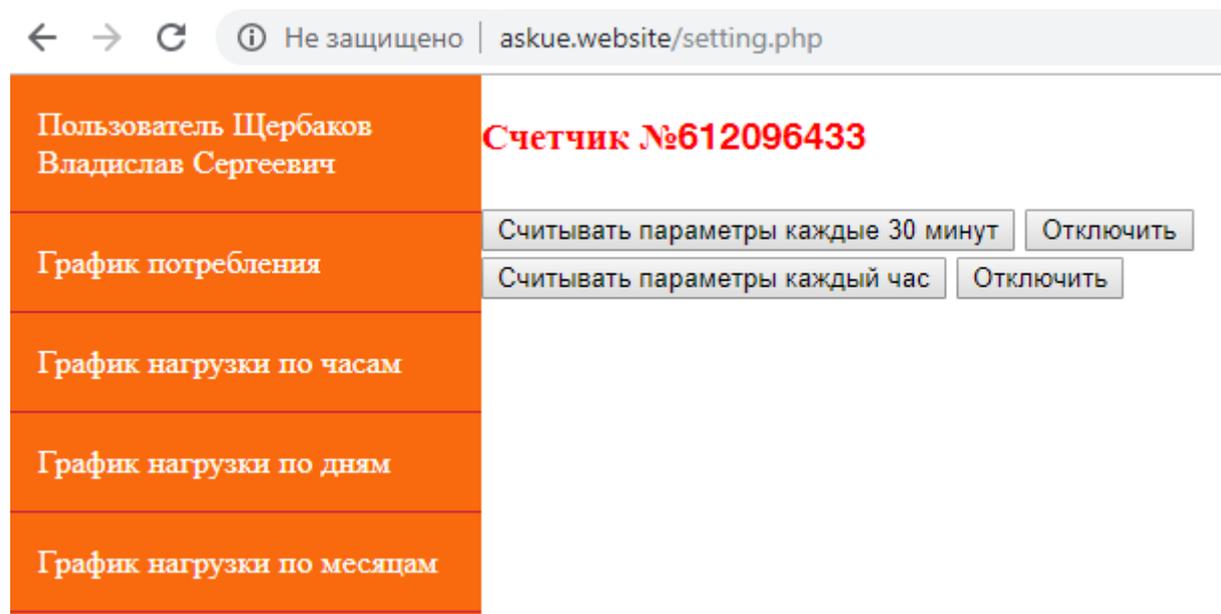


Рис. 9. Средства управления и конфигурирования УСПД

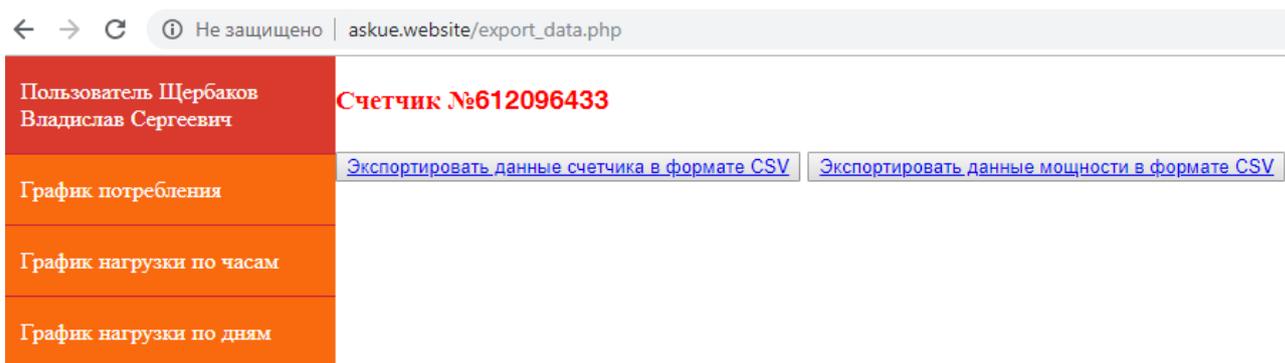
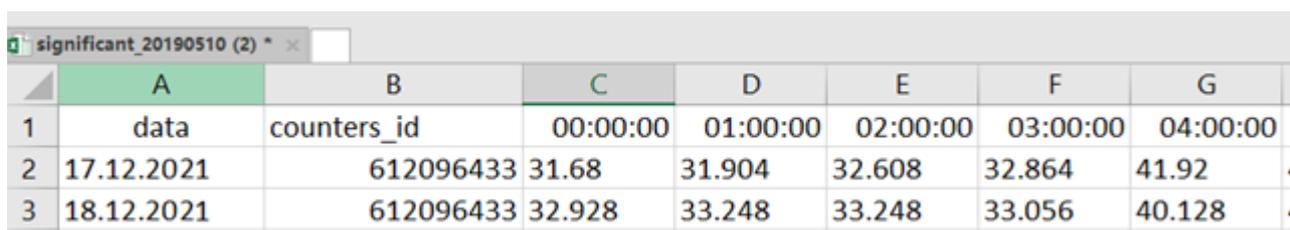


Рис. 10. Средства экспорта данных энергопотребления



	A	B	C	D	E	F	G
1	data	counters_id	00:00:00	01:00:00	02:00:00	03:00:00	04:00:00
2	17.12.2021	612096433	31.68	31.904	32.608	32.864	41.92
3	18.12.2021	612096433	32.928	33.248	33.248	33.056	40.128

Рис. 11. Экспорт данных почасовой нагрузки (мощности) в формате, стандартизированном энергосбытом

Для реализации построения графиков нагрузки (мощности) и потребления электроэнергии была использована бесплатная библиотека Morris.js. Для того, чтобы построить график, необходимо подключиться к существующей базе данных с исходными данными и указать массив для

построения. Библиотека дает возможность строить графики с различными параметрами, такими, как период (час, день, месяц) и масштаб величины (автоматический или кратный). Также есть возможность выбирать тип графика (линейный, бары, круговая диаграмма и другие).

В третьей части были разработаны инструменты визуализация зоны покрытия «maps\_edit.php» на основе экспериментальных данных протокола LPWAN NB-fi [10]. Для разработки использовались инструменты из API Яндекс. Карты. Итогом разработки стала реализованная функция для получения координат полигона, нарисованного пользователем системы, которые в дальнейшем можно использовать для построения зон покрытий (рис.12).

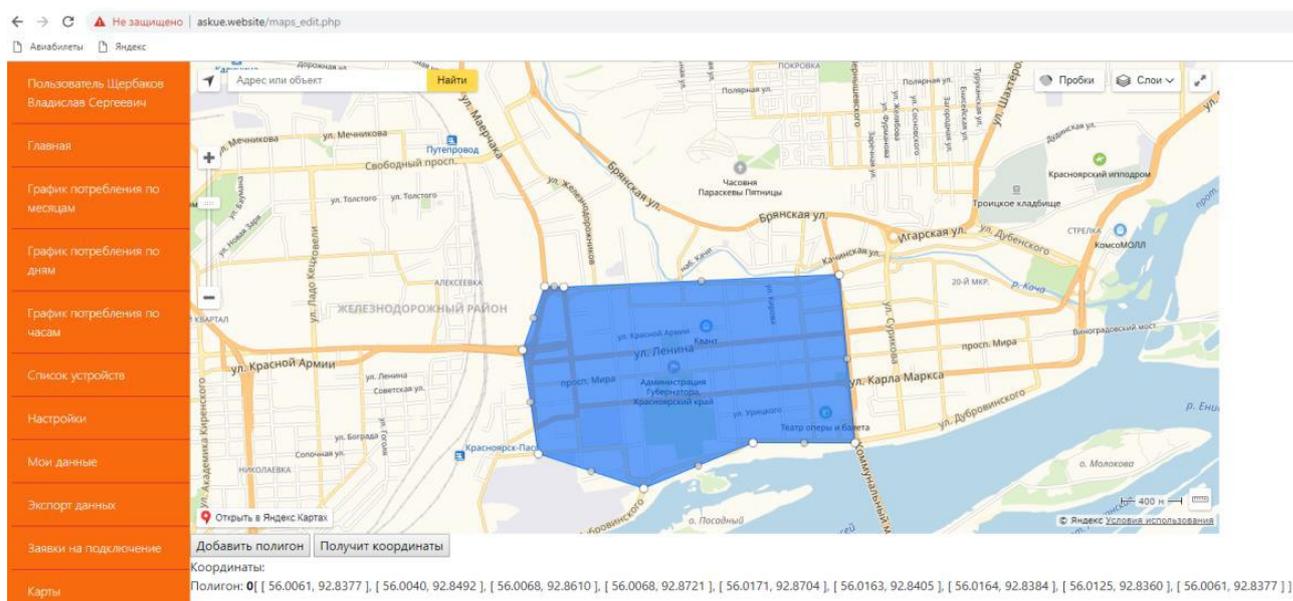


Рис. 12. Реализованная функция для получения координат полигона

В рамках тестирования были использованы реальные данные об энергопотреблении офиса за период с 12.12.2021 по 12.01.2022. Данные были импортированы в таблицу Consumption\_data с помощью встроенной функции импорта phpMyAdmin.

График нагрузки (мощности), кВт на основе данных из базы данных представлен на рис. 13.

График нагрузки (мощности), кВт по показаниям счетчика №612096433

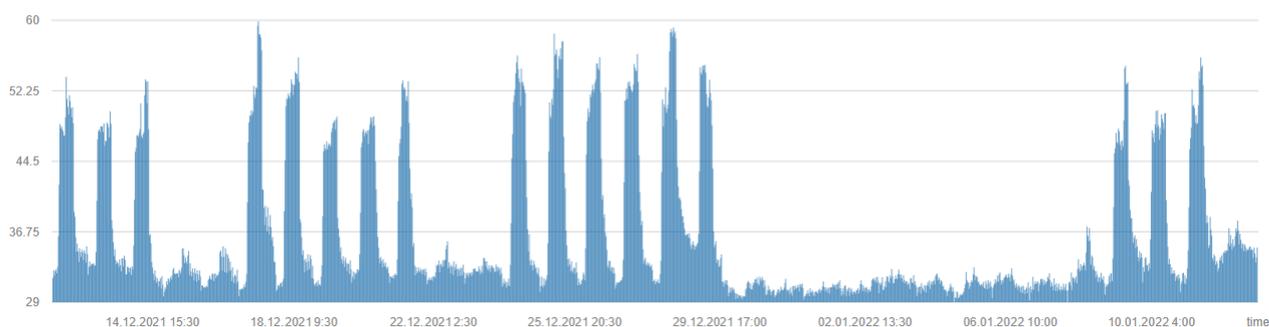


Рис. 13. График нагрузки (мощности), кВт, с 12.12.2021 по 12.01.2022

График потребления кВт\*ч на основе данных из базы данных, представлен на рис. 14.

График потребления электроэнергии, кВт\*ч по показаниям счетчика №612096433

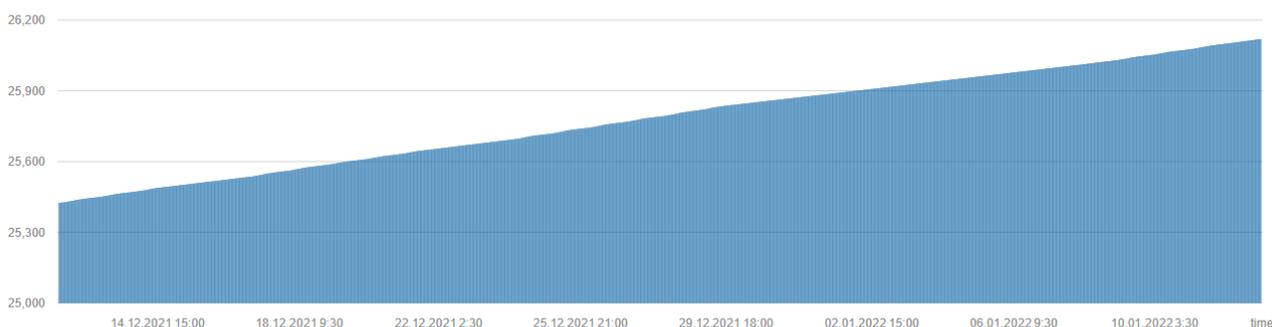


Рис. 14. График потребления, кВт\*ч, с 12.12.2021 по 12.01.2022

В рамках теста также были успешно протестированы функции сбора заявок и импорта данных пользователя об энергопотреблении в .csv файл.

**Выводы.** В результате исследования разработана архитектура автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии на базе web-технологий и протестирована на основе существующих данных энергопотребления. Разработанное программное обеспечение предоставляет набор минимальных функций интеллектуальной автоматизированной информационно-измерительной системы, таких, как: личный кабинет потребителя (пользователя) в web-интерфейсе; визуализации почасовой нагрузки (мощности) и потребления электроэнергии из базы данных с

помощью графиков на основе web-технологий; экспорт данных потребления и нагрузки (мощности) в формате .CVS в стандартизированном формате, принимаемом энергосбытовой организацией; онлайн - форма отправки заявки пользователя на подключение потребителя; элементы управления устройствами сбора и передачи данных реализованные в web-интерфейсе; возможность визуализации зоны покрытия LPWAN протокола, используемом для передачи данных в АИИС КУЭ с помощью современных web-технологий (API Яндекс.Карты).

В разработке использованы языки WEB – программирования, такие, как PHP, HTML, CSS, Java Script, PhpMyAdmin для администрирования базы данных, а также API Яндекс.Карт и библиотека morris.js.

### **Литература**

1. Соснина Е.Н., Шалухо А.В., Бедретдинов Р.Ш., Липужин И.А. Нормирование энергопотребления образовательных учреждений на основе нейросетевого подхода // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1841.
2. Rosok J. M. Combining smart energy meters with social media: Increasing energy awareness using data visualization and persuasive technologies // International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2014, pp. 27-32.
3. Shah N. Smart Electric Meter Using LoRA Protocols and lot applications // Second International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), 2018, pp. 1178-1180.
4. Cheng X. Smart Choice for the Smart Grid: Narrowband Internet of Things (NB-IoT) // IEEE Internet of Things Journal. – June 2018. vol. 5, no. 3, pp. 1505-1515.

5. Hyndman R. J Visualizing Big Energy Data: Solutions for This Crucial Component of Data Analysis // IEEE Power and Energy Magazine. – June 2018. vol. 16, no. 3, pp. 18-25.
6. Страхова Н.А., Лебединский П.А. Анализ энергетической эффективности экономики России // Инженерный вестник Дона, 2012, №3.. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/999
7. Дягилев А.А. Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) // Молодой ученый. Техника. Технологии. Инженерия. 2018, №7, с. 33–36.
8. Nosek, J. Universal smart energy communication platform // 2014 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG). 2014, pp.1-4.
9. Щербаков В.С., Жариков М.К., Темербаев С.А. Разработка автоматизированной системы коммерческого учета энергоресурсов на базе микроконтроллера с применением облачных технологий // Научное сообщество студентов: междисциплинарные исследования: сб. статей по мат. LVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 22(57). URL: sibac.info/archive/meghdis/22 (57).pdf
10. Щербаков В.С., Бакин А.М. Экспериментальная проверка Nb-Fi LPWAN протокола в условиях плотной городской застройки // Проспект Свободный – 2019 «Электротехнологии, электротехника и робототехника». Красноярск. 2019, №1, С. 64–66. URL: bik.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/free/i-281032749.pdf

### References

1. Sosnina E.N., Shalukho A.V., Bedretdinov R.S., Lipuzhin I.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1841.
-



2. Rosok J. M. International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2014, pp. 27-32.
3. Shah N. Second International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), 2018, pp. 1178-1180.
4. Cheng X. IEEE Internet of Things Journal. – June 2018. vol. 5, no. 3, pp. 1505-1515.
5. Hyndman R. J. IEEE Power and Energy Magazine. – June 2018. vol. 16, № 3, pp. 18-25.
6. Strakhova N.A., Lebedinsky P.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/999](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/999).
7. Dyagilev A.A. Molodoj ucheny`j. Tekhnika. Texnologii. Inzheneriya. 2018, №7, pp. 33–36.
8. Hosek, J. 2014 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG). 2014, pp.1-4.
9. Shherbakov V.S., Zharikov M.K., Temerbaev S.A. Nauchnoe soobshhestvo studentov: mezhdisciplinarny`e issledovaniya: sb. statej po mat. LVII mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf. № 22(57). URL: [sibac.info/archive/meghdis/22\(57\).pdf](http://sibac.info/archive/meghdis/22(57).pdf).
10. Shherbakov V.S., Bakin A.M. Prospekt Svobodny`j – 2019 «E`lektrotexnologii, e`lektrotexnika i robototexnika». Krasnoyarsk. 2019, №1, pp. 64–66. URL: [bik.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/free/i-281032749.pdf](http://bik.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/u621/free/i-281032749.pdf).