

Энергетический менеджмент коммунального ресурса и светопрозрачных ограждений из древесины в городской гимназии

П.А. Федяев^{1a}, Ал.А. Федяев^{2b}, Н.А. Гончарова^{1c}

¹ Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

² Санкт-Петербургский лесотехнический университет, Институтский пер., д.5, Санкт-Петербург, Россия

^a vends@mail.ru, ^b vends1@mail.ru, ^c goncharova-n@mail.ru

^a <https://orcid.org/0009-0008-9288-0514>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-6233-3757>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-4231-0272>

Статья поступила 01.05.2025, принята 15.05.2025

В статье рассматриваются вопросы энергетического менеджмента потребления электроэнергии в бюджетном учреждении. Проанализированы основные аспекты эффективного управления энергоресурсами образовательного учреждения, направленные на оптимизацию энергопотребления, снижение затрат и повышение энергоэффективности. Анализируются существующие проблемы, такие как устаревшие системы освещения, неэффективное использование оборудования и отсутствие четких механизмов контроля расхода энергоресурсов. Приводятся рекомендации по внедрению современных технологий энергосбережения, включая установку светодиодного освещения, модернизацию инженерных сетей и обучение персонала основам рационального использования ресурсов. Особое внимание уделяется вопросам улучшения характеристик светопрозрачных ограждений из древесины, обеспечивающих оптимальное освещение помещений и сокращение потерь тепла зимой. Исследуются возможные мероприятия по модернизации оконных конструкций и фасадов, влияющих на общий уровень комфорта учащихся и учителей. Отдельное внимание уделено нормативному регулированию вопросов энергосбережения в образовательных учреждениях, стандартам проектирования и эксплуатации зданий с точки зрения энергетической эффективности. Предлагаются практические меры по снижению удельного расхода электроэнергии на одного ученика и квадратный метр площади школы. Исследование также включает экономическое обоснование предлагаемых мероприятий, оценку ожидаемой экономии бюджетных средств и сроков окупаемости инвестиций в энергосберегающие технологии. Результаты исследования позволяют разработать комплекс мер по повышению уровня энергоэффективности городских гимназий, способствующих созданию комфортных условий обучения и воспитанию культуры бережного отношения к природным ресурсам среди школьников и педагогов.

Ключевые слова: энергетический менеджмент, управление, энергоэффективность, энергосберегающие технологии, энергетический аудит, потребление, контроль, экономия энергоресурсов.

Energy management of a municipal resource and translucent wood fences in a city gymnasium

P.A. Fedyaev^{1a}, Al.A. Fedyaev^{2b}, N.A. Goncharova^{1c}

¹ Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

² St. Petersburg Forest Engineering University; 5, Institutsky Ave., St. Petersburg, Russia

^a vends@mail.ru, ^b vends1@mail.ru, ^c goncharova-n@mail.ru

^a <https://orcid.org/0009-0008-9288-0514>, ^b <https://orcid.org/0000-0001-6233-3757>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-4231-0272>

Received 01.05.2025, accepted 15.05.2025

The article discusses the issues of energy management of electricity consumption in a budget institution. The main aspects of effective energy management of an educational institution aimed at optimizing energy consumption, reducing costs and improving energy efficiency are analyzed. The existing problems such as outdated lighting systems, inefficient use of equipment and lack of clear mechanisms for controlling energy consumption are analyzed. Recommendations are given on the introduction of modern energy-saving technologies, including the installation of LED lighting, modernization of engineering networks and staff training in the basics of rational use of resources. Special attention is paid to improving the characteristics of translucent wood fences, which ensure optimal indoor lighting and reduce heat loss in winter. Possible measures to modernize window structures and facades that affect the overall comfort level of students and teachers are investigated. Special attention is paid to the normative regulation of energy conservation issues in educational institutions, standards for the design and operation of buildings in terms of energy efficiency. Practical measures are proposed to reduce the specific consumption of electricity per student and per square meter of school space. The study also includes an economic justification for the proposed measures, an assessment of the expected budget savings and the payback period for investments in energy-saving technologies. The results of the study make it possible to develop a set of measures to improve the energy efficiency of urban gymnasiums, contributing to the creation of comfortable learning conditions and fostering a culture of caring for natural resources among schoolchildren and teachers.

Keywords: energy management, energy efficiency, energy-saving technologies, energy audit, consumption, control, saving energy resources.

Введение. Энергосбережение подразумевает внедрение технологий высокой энергетической эффективности во всех секторах экономической деятельности, охватывая, например, такие сферы, как топливно-энергетическая отрасль, энергопотребляющие производственные направления, жилищно-коммунальное хозяйство, агропромышленный комплекс и электро-транспортные системы.

Энергосбережение предусматривает оптимальное во всей цепочке производства преобразование и перераспределение энергетических ресурсов – начиная от извлечения базовых энергоносителей и заканчивая потреблением различных форм энергии конечными субъектами хозяйственной деятельности. Решением данной проблемы служат следующие меры: высокоэффективные методы генерации, транспортировки, распространения и использования энергии; приоритетное задействование альтернативных возобновляемых источников энергии; внедрение передовых технических решений и усовершенствование оснащения, способствующих снижению удельных норм расходования горючего сырья и электроэнергии; повышение уровня технического состояния эксплуатируемого оборудования посредством модернизации и реконструкции; интенсивное вовлечение в оборот побочных энергетических потоков; замещение дорогостоящих типов топлива экономичными аналогами (в том числе локально доступными видами).

Проблема энергосбережения не может быть решена только чисто техническими средствами. Для ее осуществления необходимо наличие системы управления получением и доставкой энергии потребителям, а также потреблением энергии различными потребителями. Эти управленческие задачи и призван решать энергетический менеджмент – совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов. Энергоменеджмент представляет собой грамотное, гибкое, непрерывное и научно-обоснованное управление энергетическими ресурсами производства, начиная с уровня цеха и заканчивая предприятием, концерном, отраслью [1].

Основная задача энергетического менеджмента – проведение комплексного анализа энергопотребления и его изменения в зависимости от проводимых энергосберегающих мероприятий, включая учет, контроль и в конечном итоге минимизацию потребления топливно-энергетических ресурсов.

Работа по энергетическому обследованию энергопотребления в бюджетном образовательном учреждении проводилась в соответствии с федеральным законом «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [2], а также Приказом «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» [3].

Значительную часть потребительской составляющей национальной экономики формируют государ-

ственные бюджетные организации (образовательные учреждения, здравоохранительные объекты, культурные заведения, структуры Министерства обороны, МЧС, внутренних дел, Федеральной службы безопасности, судебной власти, спортивно-массовые комплексы, административно-управленческие здания и др.), доля энергопотребления которых достигает примерно 10 % от общего объема топливно-энергетического баланса государства. Ресурс потенциального снижения затрат энергии указанных объектов оценивается на уровне порядка 38 % относительно текущего уровня потребления [4].

Среди государственных учреждений России крупными потребителями энергоресурсов являются образовательные учреждения (вузы, техникумы, ПТУ, колледжи, лицеи, гимназии, школы, дошкольные учреждения и т. п.), потребление энергоресурсов в которых в два и более раза выше, чем в других развитых странах.

Несмотря на принимаемые меры в области энергоэффективности, общее состояние энергосбережения на объектах жилищно-коммунального хозяйства на фоне растущего энергопотребления и дефицита энергетических мощностей продолжает оставаться неудовлетворительным. Причинами являются неудовлетворительное техническое состояние части жилого фонда и зданий бюджетной сферы, отсутствие необходимой технической компетенции эксплуатирующего персонала для выбора и реализации энергосберегающих мероприятий, отсутствие необходимых финансовых ресурсов для реализации энергосберегающих мероприятий, отсутствие порядка формирования и использования сэкономленных в результате энергосбережения бюджетных средств и порядка тарифного стимулирования энергосбережения на объектах с бюджетным финансированием. Общий потенциал энергосбережения на объектах городского жилищного фонда и бюджетно-социальной сферы оценивается в 40–45% [5].

В данной связи возникает важная и актуальная задача по проведению энергетических обследований энергопотребления в бюджетных учреждениях и жилых домах, разработке обоснованных программ энергосбережения в ЖКХ и бюджетной сфере города, их реализации за счет средств городского бюджета с последующим обучением эксплуатирующего персонала.

Цель работы. Целью энергетического обследования является разработка перспективных направлений по повышению энергоэффективности в бюджетных учреждениях на основе объективных данных по их реальному техническому состоянию [6].

В ходе выполнения работы решались следующие задачи:

- проверка состояния энергоресурсопотребления в зданиях бюджетно-социальной сферы;
- выбор наиболее перспективных технических решений по повышению энергоэффективности указанных зданий;
- разработка программ внедрения энергосберегающих мероприятий с целью включения отобранных зданий в адресные проекты в рамках программ энергосбережения;

– подготовка предложений по развитию энергосбережения в бюджетной сфере.

Типовой проект 222-1-193 (средняя образовательная школа на 30 классов) разработан и введен в действие ЦНИИЭП учебных зданий приказом № 112 от 09 ноября 1972 г. и включают информацию по ограждающим конструкциям здания школы, особенностям строения.

Наружные и внутренние капитальные стены – крупнопанельные железобетонные, перегородки – кирпичные, чердачные перекрытия выполнены железобетонными плитами, крыша рубероидная, совмещенная. Полы дощатые, линолеум. Оконные блоки имеют двойное остекление и наиболее подвержены износу. Капитальный ремонт здания школы не проводился

с момента постройки, процент износа конструктивных элементов составляет ~ 30 %.

Результаты работы. Система энергоснабжения школы включает потребление следующих видов ресурсов: электрической энергии, тепловой энергии (включая ГВС), холодной воды.

Электрическая энергия для нужд школы подается с ТП 6/0,4 кВ № 83, РУ – 0,4 кВ ООО «Иркутская энергосбытовая компания» по двум кабельными линиям длиной 45 и 172 м. Тип кабеля – АВВГ 3×35×1×16. Поступающая электроэнергия расходуется на освещение, электрооборудование кабинетов и лабораторий, вентиляцию, оргтехнику, бытовые приборы.

На рис. 1 представим структуру распределения финансовых затрат на энергоресурсы и воду в 2024 г.



Рис. 1. Суммарная стоимость энергоресурсов

Учет электрической энергии выполняется на базе двух счетчиков активной энергии в трёхфазных четырёхпроводных сетях переменного тока СА4У-И672М (класс точности – 2). Данные счетчики подключены через трансформаторы тока Т-066У3 с коэффициентом трансформации 400/5 (первый ввод) и 300/5 (второй ввод). Показания счетчиков снимаются ежемесячно 30-го или 31-го числа. Состояние приборов учета – удовлетворительное.

Учет потребления электрической энергии производится с использованием трансформаторов тока типа Т-066У3 (коэффициент трансформации на вводе 1 – 400/5, на вводе 2 – 300/5) с двумя счетчиками активной энергии марки СА4У-И672М, класс точности – 2.

В 2024 г. электропотребление городской гимназии №1 составило 166,567 тыс. кВт·ч, в 2025 г (3 мес.) – 29,592 тыс. кВт·ч. Более подробные сведения о потреблении электрической энергии школой за период 2023–2025 гг. представлены на рис. 2 и в табл. 1.

Как видно из рис. 2, скачки в потреблении электрической энергии отмечены в декабре, январе и феврале 2024 г., что, возможно, связано с использованием электронагревателей. Небольшое увеличение в электропотреблении в зимнее время года также объясняется использованием осветительной нагрузки и приточной вентиляции.

Величина питающего напряжения в период энергетического обследования составляла 221–229 В, что соответствует требованиям [7]: «нормально допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выходах приемников электрической энергии равны $\pm 5\%$ от номинального напряжения электрической сети».

С момента строительства школы (1979 г.) внутренняя электрическая проводка в здании не менялась, отмечается ее ослабление.

Искусственное освещение коридоров и помещений школы выполнено:

- 4-ламповыми потолочными светильниками с отражателями и люминесцентными лампами, мощностью по 18 Вт;
- 2-ламповыми потолочными светильниками (с плафонами) мощностью по 36 Вт;
- лампами накаливания (вход, подсветка аварийных выходов).

Удельная установленная мощность осветительной нагрузки в кабинетах составляет

$$P_0 = (17 \cdot 2 \cdot 40) / 72 = 20 \text{ Вт/м}^2,$$

где 17 – количество ОУ; 2 – количество ламп в одной осветительной установке (ОУ); 40 – мощность одной лампы, Вт; 72 – средняя площадь кабинета, м².

Информация по удельным мощностям осветительных установок для некоторых других помещений шко-

лы по данным фактически работающих ОУ представлена в табл. 2.

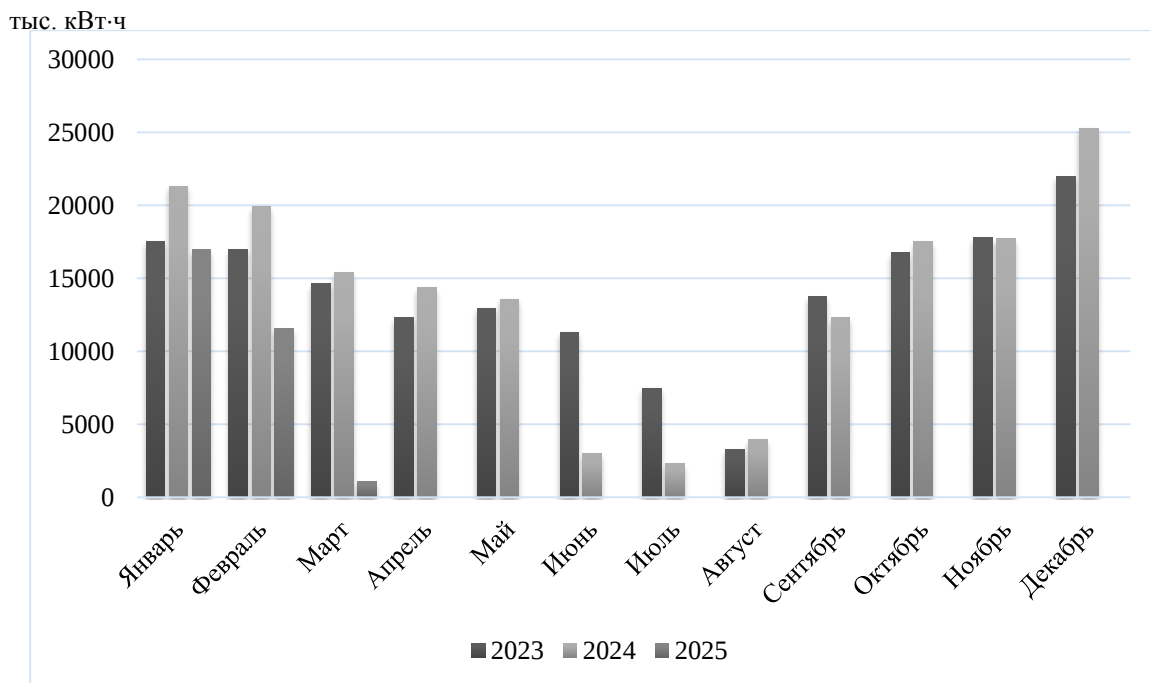


Рис. 2. Электропотребление городской гимназии №1 в 2023–2025 гг.

Таблица 1. Электропотребление городской гимназии №1 в 2023–2025 гг., кВт·ч

	2023		2024		2025	
	потреблено	лимит	потреблено	лимит	потреблено	лимит
Январь	17531	—	21325	—	16962	—
февраль	16993	—	19888	—	11564	—
Март	14639	—	15370	—	1066	—
Апрель	12308	—	14336	—	—	—
Май	12957	—	13585	—	—	—
Июнь	11322	—	2981	—	—	—
Июль	7469,994	—	2309	—	—	—
Август	3296	—	3941	—	—	—
Сентябрь	13759	—	12297	—	—	—
Октябрь	16746	—	17531	—	—	—
Ноябрь	17811	—	17723	—	—	—
Декабрь	21991	—	25281	—	—	—
Всего	166822,994	—	166567	—	29592	—

Таблица 2. Удельные мощности осветительных установок

Помещение	Площадь, м ²	Мощность ОУ, Вт	P_0 факт, Вт/м ²
Кабинет 305	72	1440	20
Кабинет 312	56,3	1200	21,3
Коридор (около 205)	152	300	1,9
Актный зал	171,4	720	14,7

Как видно из табл. 2, удельная мощность ОУ в помещениях значительно ниже максимально-допустимой нормы (25 Вт/м²), указанной в [8].

Во время проведения энергоаудита были произведе-

нены выборочные замеры освещенности в контрольных точках помещений школы с помощью люксметра Testo 540. Результаты измерений показателей искусственного освещения приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты измерения освещенности в помещениях городской гимназии №1

№	Помещение	Освещенность, лк				
		Факт (1,2,3 – точки замеров)				Норма / рекомендовано
		1	2	3	Ср. знач.	
1 этаж						
1	Столовая	36	20	45	34	200
2	Медиатека	90	98	–	94	400
3	Коридор (западная сторона)	101	–	–	101	150
4	Лестничный марш (северо-западная сторона)	27	–	–	27	50
5	Спортзал	62	49	54	55	200
2 этаж						
1	Коридор (северная сторона)	17	–	–	17	150
2	Кабинет 205	280	471	383	378	300/500
3	Кабинет 207	472	309	–	391	300/500
4	Коридор (западная сторона)	43	17	–	30	150
5	Детская студия, коридор (южная сторона)	76	86	–	81	150
6	Актный зал	192	–	–	192	200
7	Сцена	159	–	–	159	300
8	Кабинет 214	610	305	–	458	300/500
9	Кабинет 217	335	225	293	284	300/500
3 этаж						
1	Коридор (восточная сторона)	33	–	–	33	150
2	Коридор (северная сторона)	22	–	–	22	150
3	Кабинет 307	448	314	–	381	300/500
4	Кабинет 305	417	360	–	389	300/500
5	Кабинет 312	360	421	396	392	300/500
6	Кабинет 317	436	182	156	258	300/500

При выборочных измерениях фактической освещенности помещений и коридоров школы зарегистрированы неработающие лампы освещения в люстрах, светильниках и осветительных установках:

– 1 этаж: столовая – из 20 ламп накаливания не горят 7;

– 2 этаж: коридор (северная сторона) – из 9 ламп накаливания не горят 6; каб. 205 – из 18 светильников не горит 1; коридор (западная сторона) – из 6 ламп накаливания не горят 3; каб. 214 – из 15 светильников не горит 1; каб. 217 – из 11 светильников не горят 3;

– 3 этаж: коридор (восточная сторона) – из 6 ламп накаливания не горят 2; каб. 307 – из 16 светильников не горят 2; каб. 312 – из 17 светильников не горят 2; каб. 317 – из 11 светильников не горят 2.

Как видно из результатов замеров (см. табл. 3), освещенность большинства кабинетов и других помещений явно не удовлетворяет существующим нормам. Основными причинами низкой освещенности кабинетов являются: недостаток мощности осветительных установок, загрязненные плафоны и неработающие или отсутствующие лампы накаливания и светильников. Количество работающих ламп по отношению к общему числу (в целом по школе) ~ 90 %.

Причинами, снижающими эффективность использования естественного освещения в кабинетах, являются: расположение школы по отношению к другим вышерасположенным зданиям, дорогам, зеленым насаждением со стороны южного фасада школы; деревья,

растущие вблизи здания; нерегулярное мытье оконных проемов.

В результате проведения энергетического обследования было выявлено электропотребляющее оборудование школы, к которому относятся: осветительные установки; электрооборудование кабинетов и лабораторий; электрооборудование столовой; вентиляция; оргтехника и бытовая техника [9]. Установленная мощность перечисленного оборудования составляет (оценочно):

1) осветительные установки – 63,6 кВт, в том числе: лампы накаливания (295 шт.) – 23,6 кВт; лестничные проемы, подвальные помещения – 2 кВт;

2) электрооборудование кабинетов и лабораторий – 25,2 кВт; в том числе: швейные машинки – 1,3 кВт; станки – 19 кВт;

3) электрооборудование столовой – 69,9 кВт; в том числе: электрокотел (1 шт.) – 30 кВт; холодильники (7 шт.) – 0,52 кВт; сушилки для рук (3 шт.) – 1,6 кВт;

4) вентиляционные установки – 7 кВт;

5) оргтехника – 38 кВт; в том числе: компьютер (60 шт.) – 18 кВт; ксероксы; принтеры;

6) бытовая техника – 10,5 кВт, в том числе телевизоры, обогреватели, чайники.

Как видно из полученных данных (рис. 3), наибольшие мощности приходятся на электрооборудование столовой (32 %), осветительные установки (30 %) и оргтехнику (18 %).

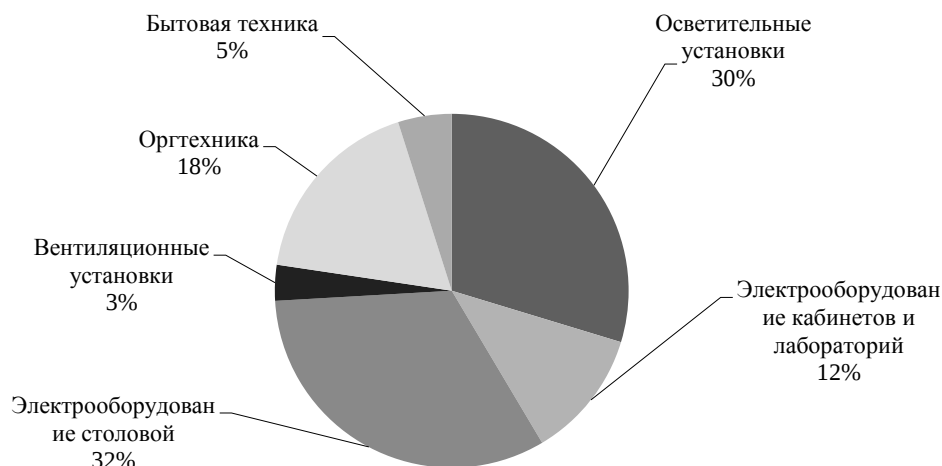


Рис. 3. Распределение электрических мощностей в городской гимназии №1. Суммарная мощность – 214,2 кВт

Принимая во внимание недостаточность необходимых данных по потребляемым мощностям и времени работы электрооборудования, произведем условное разделение потребленной электрической энергии между осветительной и силовой нагрузкой.

Годовые затраты электрической энергии:

- 1) время работы школы – 5 ч/день;
- 2) мощность ОУ школы – 63,6 кВт.

$$Э_{\text{ОУ}} = 5 \cdot 63,6 \cdot 205 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 64,54 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч/год},$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий увеличение электропотребления ОУ от использования электронного пускорегулирующего устройства (ЭПРА); 0,9 – доля работающих ОУ.

Таким образом, на долю осветительной нагрузки в 2024 г. израсходовано 64,54 тыс. кВт·ч (38,75 %), силовой нагрузки – 102,027 тыс. кВт·ч (61,25 %).

Резерв энергосбережения получаем в результате количественной оценки обнаруженных фактов нерационального пользования электрической энергией, а именно:

- расположение школы по отношению к другим вышерасположенным зданиям, дорогам, зеленым насаждениям со стороны южного фасада школы;
- деревья, растущие вблизи здания;
- нерегулярное мытье оконных проемов [10].

Перечисленные факты позволяют оценить потенциал энергосбережения в образовательном учреждении в размере ~ 10% от потребления электроэнергии, или 6,5 тыс. кВт·ч/год.

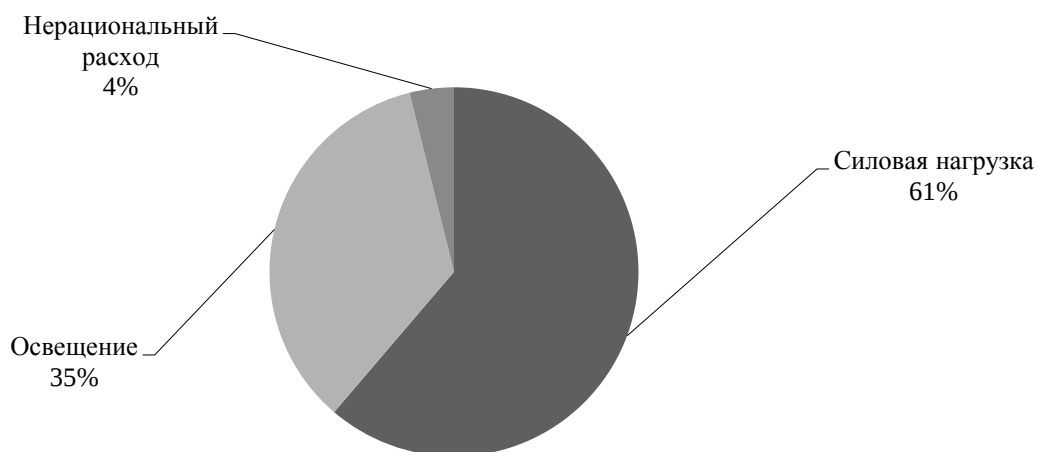


Рис. 4. Баланс электропотребления школы в 2024 г. Суммарное электропотребление – 166.567 тыс. кВт·ч

Рассчитаем удельные показатели потребления электроэнергии (табл.4). Исходные данные для расчета:

- 1) суммарная площадь помещений школы – 5804,5 м².
- 2) установленная мощность электрооборудования – 214,2 кВт, в том числе ОУ – 63,6 кВт;

- 3) годовое электропотребление – 166,57 тыс. кВт·ч, в том числе: осветительная нагрузка – 64,54 тыс. кВт·ч; силовая нагрузка – 102,03 тыс. кВт·ч;

- 4) количество работников – 72 человека;
- 5) количество учащихся – 514 чел./смену (1 смена в сутки);
- 6) расчетное время работы школы – 205 дней в год.

Таблица 4. Удельные показатели электропотребления и мощности за 2024г.

Показатель	кВт·ч/м ²	кВт·ч/чел.	кВт·ч/сут.	ОУ Вт/м ²
Величина	28,7	2313	812	10,96

Заключение. Мероприятия по экономии электрической энергии.

1. Максимальное использование возможностей естественного освещения. В настоящее время существует ряд причин, снижающих эффективность использования естественного света, которые приводят к дополнительным расходам на искусственное освещение:

- расположение школы по отношению к другим вышерасположенным зданиям, дорогам, зеленым насаждениям со стороны южного фасада школы;
- деревья, растущие вблизи здания;
- нерегулярное мытье оконных проемов.

В качестве дополнительных мероприятий, позволяющих эффективно использовать электрическую энергию на нужды школы, рекомендуются следующие. Регулярное мытье плафонов закрытых ОУ. Максимальное использование локального освещения для компенсации низкого уровня освещенности в помещениях (выполнение норм освещенности). Увеличение мощностей ОУ в кабинетах (выполнение норм освещенности). Замена автоматических выключателей на этажах и внутренней кабельной электропроводки (обеспечение нормального функционирования электрооборудования).

Предлагается ликвидировать указанные выше причины, влияющие на перерасход электрической энергии в образовательном учреждении.

Предлагаемое мероприятие позволит (оценочно) получить годовую экономию около 10 % (или 4 % от всех затрат на электроэнергию) от затрат электрической энергии на нужды освещения, что соответствует 6,6 тыс. кВт·ч.

Мероприятие беззатратное, организационно-техническое.

2. Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы. В некоторых коридорах, лестничных проемах и туалетах здания используются лампы накаливания (ЛН), которые работают постоянно вне зависимости от естественного освещения и присутствия людей в помещениях. Лампы накаливания имеют низкую энергетическую эффективность, низкую световую отдачу и самый низкий срок службы (до 1000 ч).

В некоторых кабинетах установлены люминесцентные светильники старой конструкции (с низким КПД).

Предлагается постепенно, по мере проведения ремонтных работ в кабинетах, заменить осветительные установки на энергоэффективные и привести количество осветителей в норму [11].

Рекомендуется провести замену ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы (КЛЛ), которые имеют в 8–10 раз больший срок службы и в 5 раз большую световую отдачу, чем ЛН [12]. Благодаря наличию резьбового цоколя интегрированные КЛЛ могут напрямую заменять ЛН в существующих светильниках. Диапазон цветовой температуры КЛЛ от 2700 до 6000 К дает возможность создавать свет разного спектрального состава (теплый, естественный, бе-

лый, дневной), тем самым позволяет разнообразить и обогатить цветную палитру любого помещения.

Применение высокоэффективных люминесцентных светильников с повышенным КПД, рациональной кривой сил света и низкими потерями мощности в электронной пускорегулирующей аппаратуре, вместо существующих физически и морально изношенных светильников, позволит существенно снизить установленную мощность ОУ [13].

Необходимо заменить обычные лампы накаливания в количестве 295 шт. мощностью в среднем 80 Вт на энергосберегающие мощностью 20 Вт с эквивалентной светоотдачей. Простой срок окупаемости составит 1,69 года.

Предлагается замена изношенных устаревших светильников с люминесцентными лампами на современные светильники с электронными пускорегулирующими устройствами (ЭПРА) и современными эффективными лампами TL-5.

Данные о количестве установленных ЭмПРА и ЭПРА не были предоставлены. Однако на основании визуального обследования можно сделать вывод, что подавляющее большинство светильников с люминесцентными лампами имеют ЭмПРА – это 1010 ламп с годовым потреблением порядка 40 тыс. кВт·ч, что соответствует 505 светильникам мощностью около 80 Вт. Заменить существующие светильники современными светильниками с электронным стартером (или аналог) мощностью 56 Вт и светимостью, равной или большей установленным светильникам. Если часть светильников в школе уже была заменена на современные, повторно не менять.

Потребление электроэнергии составит 28,0 тыс. кВт·ч, тогда экономия составит 12,0 тыс. кВт·ч. Замена светильников должна проходить поэтапно, в первую очередь целесообразно заменить наиболее изношенные и с наибольшим временем использования. Необходимо отметить также, что расчет проведен исходя из прямой замены одного старого светильника на один новый, на практике следует или провести полноценный светотехнический расчет для каждого помещения, или скорректировать количество светильников в помещении, исходя из недостаточности/ избыточности освещенности в данном помещении [14].

Основной целью мероприятия является нормальная работа осветительных установок, замена позволит исключить мерцание, шум, низкую цветопередачу и недостаточную светимость светильников. Следует также отметить увеличенный срок службы новых ламп – 19 000 вместо 8 000, что позволит дополнительно сократить затраты на замену, покупку и утилизацию ламп. Простой срок окупаемости при замене одновременно всех светильников без учета отмеченных выше преимуществ составит 29 лет.

На ненормативное электропотребление и потери приходится 6,6 тыс. кВт·ч электропотребления, что составляет около 4,0 % от общего электропотребления.

С достаточно большой достоверностью можно использовать данную величину для оценки потенциала энергосбережения, которое может быть достигнуто за счет организационных мероприятий.

Необходимо произвести инструктаж персонала на предмет исключения нерациональной работы электрооборудования с созданием соответствующего приказа об энергосбережении с отражением следующих вопросов:

1) не использовать искусственное освещение в светлое время суток при достаточном уровне естественного освещения (если СП не предписывает обратного);

2) не использовать искусственное освещение при отсутствии людей (если СП не предписывает обратного);

3) отключать электроприборы при отсутствии необходимости в них (станки, кондиционеры, обогреватели, компьютеры, печи и т. п.), прежде всего в ночное время и во время каникул.

Необходимо произвести инструктаж персонала на предмет использования потенциала самого электрооборудования для максимального энергосбережения (использование соответствующих функций):

1) порядное включение/выключение светильников или иные способы задействовать лишь такое количе-

ство светильников/ламп, которое нужно для поддержания необходимого уровня освещения;

2) автоматический переход компьютеров и другого оборудования, имеющего соответствующую функцию, в режим пониженного электропотребления (спящий режим) при отсутствии их использования;

3) автоматическое отключение электроприборов по прошествии заданного времени или другому параметру, при наличии данной функции (электрообогреватели при нагреве до определенной температуры, компьютеры при определенном времени простоя и т. п.).

В связи с существенным процентом износа конструктивных элементов (более 30 %) необходимо также на следующем этапе энергосберегающих мероприятий провести анализ наиболее уязвимых при длительной эксплуатации светопрозрачных ограждений (материал – древесина), имеющих к тому же для такого рода учреждений повышенную площадь, а значит, и повышенные потери тепловой энергии в окружающую среду.

Рекомендуется разъяснить сотрудникам всех уровней необходимость энергосбережения [15].

Литература

- Максимчук О.В., Першина Т.А. Энергетический менеджмент. Волгоград, 2017.
- Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ (последняя редакция).
- Приказ Минэкономразвития России от 17 февраля 2010 года №61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».
- Добринова Т.В., Головин А.А., Шевякин А.С. Оценка эффективности энергопотребления на предприятии // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 8-2. С. 212–217.
- Nurlin D.F. Energy efficiency challenges and solutions: lessons learned from global energy management programs // В сборнике: Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций. Сборник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2024. С. 444–447.
- Захаров А.С., Орлов А.К. Технология «Умный дом» как энергосберегающая технология будущего // Экономика и предпринимательство. 2018. № 5 (94). С. 1166–1169.
- ГОСТ 32144-2013 – Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
- СП 52.13330.2016. Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
- МГСН 2.01-99. «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению».
- Мищенко Е.С., Мозерова Л.А. От энергосберегающих технологий в строительстве – к технологиям минимального энергопотребления // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2016. № 1 (59). С. 213.
- Golov R.S. Applied basics of building a system of energy management at a high-tech enterprise // Известия высоких технологий. 2022. № 2 (21). С. 3–12.
- Lipatov M.S., Martynova A.O. The application of energy conservation technologies in lighting system of university buildings. The case of Higher School of Technology and Power Engineering // В книге: Dialogue of cultures. My world. Материалы XII международной студенческой научно-практической конференции. Материалы V международной студенческой научно-практической конференции. Под редакцией А.О. Мартыновой. 2019. С. 33–35.
- Главацкий И.А. Технология строительства энергосберегающих зданий // В сборнике: Строительство и архитектура – 2015. материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет», Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона. 2015. С. 153–154.
- Бутаков С.В., Кузнецов Б.Ф. Анализ применения кейс-технологии в образовательном процессе по дисциплине «энергосберегающие технологии в электроэнергетике» // В сборнике: Энергия Арктики - 2024. сборник материалов международной научно-технической конференции. Архангельск, 2025. С. 160–163.
- Федяев П.А., Шейшенов Ж.О. Энергетическая оценка выборочных направлений энергосбережения // Совместный выпуск Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева и Институт вычислительных технологий СО РАН Вычислительные технологии. 2013. Ч.1. С. 299–302.

References

- Maksimchuk O.V., Pershina T.A. Energy management. Volgograd, 2017.
- Federal Law "On Energy Conservation and Improvement of Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" dated 11/23/2009 N 261-FZ (latest edition).
- Order No. 61 of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation dated February 17, 2010 "On Approval of an Approximate List of measures in the field of energy conservation and energy efficiency improvement".
- Dobrinova T.V., Golovin A.A., Shevyakin A.S. Evaluation of energy consumption efficiency at an enterprise // Bulletin of

- the Altai Academy of Economics and Law. 2022. No. 8-2. pp. 212-217.
5. Nurlin D.F. Energy efficiency challenges and solutions: lessons learned from global energy management programs // In the collection: Strategic development of the innovative potential of industries, complexes and organizations. Collection of articles of the XII International Scientific and Practical Conference. Penza, 2024. pp. 444-447.
7. GOST 32144-2013 – Standards for the quality of electrical energy in general-purpose power supply systems.
8. SP 52.13330.2016. A set of rules. Natural and artificial lighting.
9. MGSN 2.01-99. "Energy saving in buildings. Standards for thermal protection and heat and water supply".
10. Mishchenko E.S., Mozerova L.A. From energy-saving technologies in construction to technologies of minimal energy consumption // Issues of modern science and practice. V.I. Vernadsky University. 2016. No. 1 (59). p. 213.
11. Golov R.S. Applied basics of building a system of energy management at a high-tech enterprise // Izvestiya vysokikh tekhnologii. 2022. No. 2 (21). pp. 3-12.
12. Lipatov M.S., Martynova A.O. The application of energy conservation technologies in lighting system of university build-ings. The case of Higher School of Technology and Power engineering // In the book: Dialogue of cultures. My world. Materials of the XII International Student Scientific and practical conference. Materials of the V interuniversity student scientific and practical conference. Edited by A.O. Martynova. 2019. pp. 33-35.
13. Glavatsky I.A. Technology of construction of energy-saving buildings // In the collection: Construction and Architecture – 2015. materials of the international scientific and practical conference. Rostov State University of Construction, Union of Builders of the Southern Federal District, Association of Builders of the Don. 2015. pp. 153-154.
14. Butakov S.V., Kuznetsov B.F. Analysis of the application of case technology in the educational process in the discipline "energy-saving technologies in the electric power industry" // In the collection: Arctic Energy - 2024. proceedings of the international scientific and technical conference. Arkhangelsk, 2025. pp. 160-163.
15. Fedyaev P.A., Sheishenov Zh.O. Energy assessment of selected energy saving areas // Joint graduate of D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University and the Institute of Computing Technologies SB RAS Computing Technologies. – 2013. – Part 1. – pp. 299-302.