

Экономические аспекты управления системой холодного водоснабжения целлюлозно-бумажного колледжа

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., 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 26.01.2026, принята 13.02.2026

Настоящая статья посвящена вопросам эффективного управления системой холодного водоснабжения в учебном заведении целлюлозно-бумажной отрасли и рационального использования водных ресурсов. Основное внимание уделено анализу случаев нерационального использования холодного водоснабжения через наружные коммуникационные сети, водопроводные магистрали и сантехническое оборудование. Рассмотрены ключевые направления повышения энергоэффективности современных образовательных учреждений посредством оптимизации водопотребления и внедрения современных энергосберегающих технологий. Проведён анализ действующей системы водоснабжения колледжа, выявлены случаи неэффективного использования водных ресурсов и разработана концепция мер по снижению энергопотребления и предотвращению перерасхода. Особое внимание уделено повышению эффективности эксплуатации инженерных коммуникаций, замене устаревших сантехнических изделий на современные низкопотребляющие аналоги, такие как сенсорные смесители и двухрежимные сливные бачки, регулирующие объёмы смыва. Особое внимание уделено модернизации санитарно-гигиенических систем, замене морально устаревшего оборудования на современные энергоэффективные образцы, способствующие повышению комфортности и экологичности учебно-производственных процессов. Приведены практические рекомендации по формированию ответственного отношения учеников и сотрудников к рациональному использованию водных ресурсов. Полученные результаты способствуют формированию комплексной программы повышения энергоэффективности системы водоснабжения колледжа, позволяющей достичь устойчивых показателей ресурсосбережения и снижения негативного влияния на окружающую среду. Материал представляет особый интерес для специалистов в области коммунального хозяйства и руководителей образовательных учреждений, заинтересованных в повышении энергоэффективности и сохранении водных ресурсов.

Ключевые слова: энергоменеджмент; энергоэффективность; энергосбережение; холодное водоснабжение; водные ресурсы; рационализация водопользования; санитарные системы; инженерные коммуникации; сточные воды.

Economic aspects of managing the cold-water supply system at the pulp and paper college

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 Lane, 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 26.01.2026, accepted 13.02.2026

The article focuses on the effective management of cold-water supply systems in the pulp and paper industry educational institutions and the rational use of water resources. The article analyzes the cases of inefficient use of cold-water supply through external communication networks, water supply pipelines, and plumbing equipment. It also explores the key areas for improving the energy efficiency of modern educational institutions through optimizing water consumption and implementing modern energy-saving technologies. The current water supply system of the college has been analyzed, cases of inefficient use of water resources have been identified, and a concept of measures has been developed to reduce energy consumption and prevent overspending. Special attention is paid to improving the efficiency of engineering communications, replacing outdated plumbing fixtures with modern low-consumption alternatives, such as touch-sensitive faucets and dual-mode flush tanks that regulate the amount of water used. Special attention is paid to the modernization of sanitary and hygienic systems, the replacement of outdated equipment with modern energy-efficient models that contribute to improving the comfort and environmental friendliness of educational and production processes. Practical recommendations are provided for fostering a responsible attitude among students and the staff towards the rational use of water resources. The results obtained contribute to the formation of a comprehensive program for improving the energy efficiency of the college's water supply system, which allows for achieving sustainable resource savings and reducing the negative impact on the environment. This material is of particular interest to specialists

in the field of public utilities and heads of educational institutions who are interested in improving energy efficiency and preserving water resources.

Keywords: energy management; energy efficiency; energy conservation; cold water supply; water resources; rationalization of water use; sanitary systems; engineering communications; wastewater.

Введение. Энергоэффективность играет решающую роль в современном мире, охватывая различные секторы экономики и повседневную деятельность человека. Её реализация предполагает широкое внедрение новейших технологий и методик, направленных на рациональное использование энергии в промышленности, жилищно-коммунальном хозяйстве, сельском хозяйстве, транспортной инфраструктуре и энергетике. Главной целью энергосбережения является оптимальное управление процессом трансформации и перераспределения энергии на протяжении всего пути – от первичной добычи полезных ископаемых до предоставления готовой продукции конечному пользователю.

Таким образом, рациональное управление энергетическими ресурсами выступает ключевым условием устойчивого развития экономики, обеспечивая гармонизацию между растущими потребностями общества в энергоресурсах и обязательствами по охране окружающей среды.

Комплексное решение проблемы энергосбережения выходит далеко за рамки чисто технических мер. Оно требует интегрированного подхода, основанного на эффективном управлении производственно-ресурсными процессами, рациональном распределении энергии и глубоком мониторинге её потребления всеми группами потребителей.

Основополагающая цель энергоменеджмента заключается в осуществлении полного анализа объёмов энергопотребления и отслеживании динамики изменений этих показателей в результате внедрения энергосберегающих мер. Применяемый комплексный подход включает организацию строгого учёта, непрерывный мониторинг и последовательное снижение объёма задействованных топливно-энергетических ресурсов [1].

Исследование уровня энергопотребления в государственных учреждениях реализуется в строгом соответствии с нормами действующего федерального законодательства, регулирующего вопросы энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Основным документом, устанавливающим порядок проведения подобного анализа, является Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении...» [2], дополняемый специальным ведомственным актом, утверждающим перечень рекомендуемых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности [3].

Государственные бюджетные учреждения занимают весомое положение в общей структуре национального энергопотребления. Их значимость в плане возможного снижения энергозатрат весьма велика и представляет значительный резерв для повышения энергоэффективности национальной экономики [4].

Крупнейшими государственными учреждениями России, отличающимися высоким уровнем энергопотребления, выступают образовательные организации (включая высшие учебные заведения, техникумы, колледжи, лицеи, гимназии, общеобразовательные школы и дошкольные учреждения). Уровень потребления ими энер-

горесурсов превышает аналогичные показатели большинства индустриально развитых государств минимум вдвое. Согласно оценкам экспертов, общий потенциал энергосбережения в городском жилфонде и государственном секторе может достигать практически 50 % [5].

Цель работы. Первостепенной задачей обследования является установление действительных резервов повышения энергоэффективности в государственных учреждениях, основанных на объективной оценке технического состояния соответствующих объектов [6].

Здание целлюлозно-бумажного колледжа (ЦБК) – трёхэтажное. Наружные и внутренние несущие ограждающие конструкции здания изготовлены из крупногабаритных железобетонных панелей, перегородки выложены кирпичом, кровельное покрытие выполнено из железобетонных плит с покрытием из рубероида. Покрытие полов дощатое, линолеум. Остекление оконных проёмов предусмотрено двойными деревянными стеклопакетами.

С момента строительства капитальный ремонт данного объекта не проводился, что вызвало значительный физический износ основных конструктивных элементов здания, превысивший 30 %.

Результаты работы. Отпуск питьевой воды для школы и приём сточных вод в городскую канализацию осуществляется с помощью водопроводных сетей ресурсоснабжающей организации. Вода в школе расходуется на хозяйственно-бытовые нужды (столовая, умывальники, туалеты, мытье полов и т. д.).

Учёт холодной воды в школе осуществляется с помощью двух счётчиков воды СГВ-15.

На рис. 1 представлена структура распределения финансовых затрат на энергоресурсы и воду в 2024 г.

В 2024 г. расчётное потребление холодной воды в школе составило 2871,37 м³, в 2025 г. (3 мес.) – 836,49 м³, результаты представлены в табл. 1.

Фактическое водопотребление и водоотведение по годам представлены на рис. 2, 3.

Потребителями водопроводной воды на хозяйственно-бытовые нужды в здании школы являются санитарно-технические приборы (водоразборные краны в санузлах, унитазы, автоклав, мытьё полов).

Расход холодной воды на хозяйственно-бытовые нужды школы с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию, определяем согласно [7].

Исходные данные для расчёта:

- количество потребителей холодной воды: 514 учащихся и 72 сотрудника;
- рабочий день в 1 смену;
- количество рабочих дней в году: 205 дней;
- норма расхода холодной воды для учебного заведения (в том числе высшие и средние специальные) с душевыми при гимнастических залах и буфетами, реализующими готовую продукцию, составляет 11,2 литра холодной воды в смену на 1 учащегося и 1 преподавателя.

Тогда расход холодной воды составит

$$G = 1345,46 \text{ м}^3/\text{год}.$$

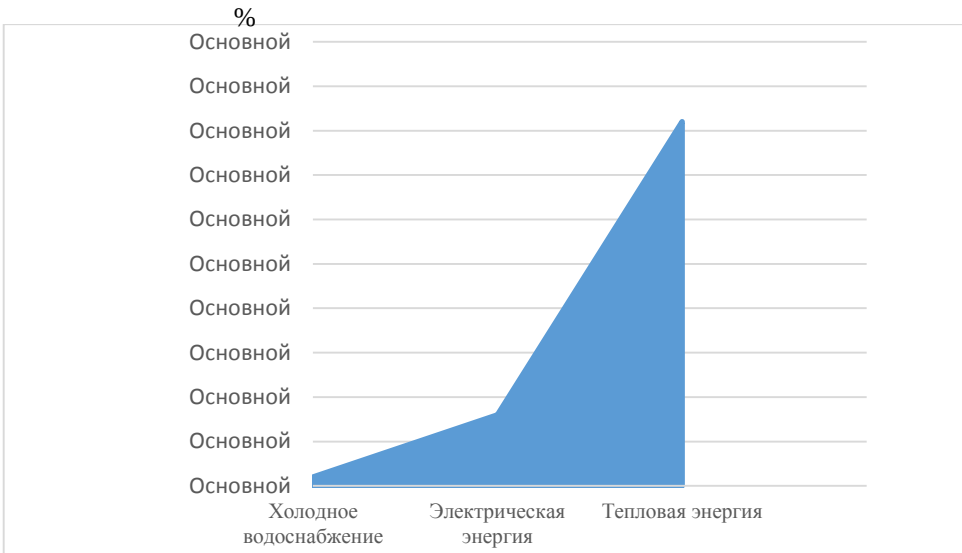


Рис. 1. Структура распределения финансовых затрат на энергоресурсы и воду в 2024 г.

Таблица 1. Фактическое водопотребление в 2023–2025 (3 мес.) гг.

Месяц	Водопотребление и водоотведение, м³					
	2023		2024		2025	
	Водопотребление	Водоотведение	Водопотребление	Водоотведение	Водопотребление	Водоотведение
Январь	274	274	353	511	376,95	440,9
февраль	311	311	297	382	205,8	218,3
Март	309	309	320,76	441,8	253,74	271,54
Апрель	520,22	520,22	261,15	465,3		
Май	227,12	227,12	216,31	317,8		
Июнь	356,37	356,37	153,68	222,73		
Июль	0	0	114,48	409,6		
Август	0	0	88,13	870,3		
Сентябрь	103,9	103,9	169,8	304,72		
Октябрь	110,41	110,41	329,97	747,7		
Ноябрь	133,22	133,22	268,05	619,23		
Декабрь	221,86	221,86	299,04	508,8		
Всего	2567,1	2567,1	2871,37	5800,98	836,49	930,74

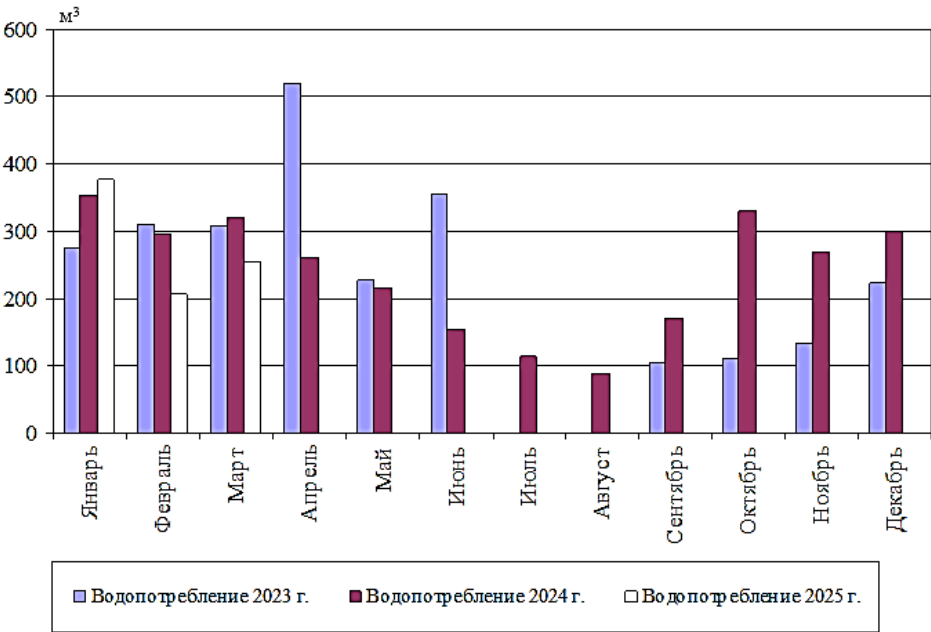


Рис. 2. Фактическое водопотребление в 2023–2025 (3 мес.) гг.

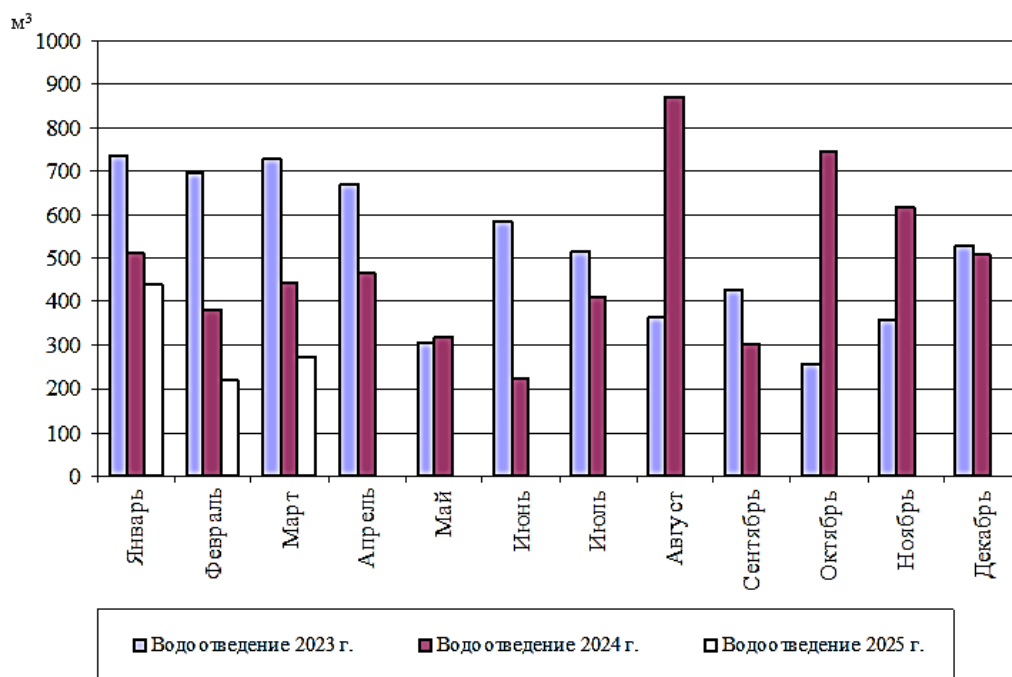


Рис. 3. Фактическое водоотведение в 2023–2025 (3 мес.) гг.

Баланс водопотребления в 2024 г. по школе представлен на рис. 4.

Как видно из представленного баланса, значительную часть холодной воды (53 %) школа оплачивает сверх нормативных показателей [8]. При визуальном осмотре выявились следующие факты: утечки воды в канализацию из-за незакрытых или неисправных кранов в умывальниках столовой и туалетах; один сливной бачок в туалете 2-го этажа работал постоянно на слив

(расчётный перерасход воды в данном случае оценивается в 250÷300 л/ч) [9].

Отмечается пик потребления холодной воды в августе, что связано также с неконтролируемым сливом воды в период проведения текущих ремонтов. Таким образом, приоритетным направлением в части финансовых затрат на холодную воду является организация контроля расходования холодной воды в столовой, умывальниках, туалетах и на другие нужды [10].

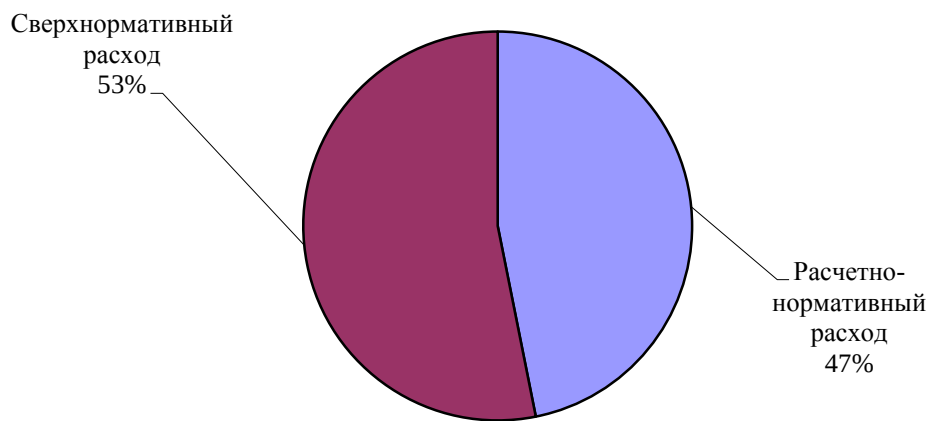


Рис. 4. Баланс водопотребления школы в 2024 г. Суммарное водопотребление – 2871,37 м³

Исходные данные для расчёта удельных показателей, представленных в табл. 2 [11]:

- 1) суммарная площадь помещений школы – 5804,5 м²;
- 2) годовое потребление холодной воды – 2871,37 м³;

3) расчётно-нормативное потребление холодной воды – 1345,46 м³;

4) количество учащихся и сотрудников – 586 чел.;

5) расчётное время работы школы – 205 дней в год.

Таблица 2. Удельные показатели потребления холодной воды за 2024 г.

Показатель	м³/м²	м³/чел.	м³/сут.
Величина	0,495	4,9	14,01

Заключение. В настоящее время сливные бачки туалетов имеют одну клавишу для смыва. Однако в большинстве случаев для смыва достаточно меньшее количество воды. Отсутствие необходимой арматуры в бачках не позволяет осуществлять смыв меньшим количеством воды и приводит к дополнительному её расходу [12].

Сократить расходы холодной воды на нужды туалета возможно путём установки в бачках (или закупки новых типов бачков) двухпозиционной арматуры.

Для расчёта экономического эффекта принимаем следующие показатели:

- слив полного бачка: 6 л;
- слив 0,5 бачка: 3 л;
- количество смывов в сутки: количество людей $\times$ 2;
- возможное количество смывов по 0,5 бачка: 90 % от общего количества.

Экономия холодной воды в год составит

$$\Delta G = 0,003 \times 205 \times 2 \times 0,9 \times 586 = 0,649 \text{ тыс. м}^3,$$

где 205 – число рабочих дней; 586 – численность персонала и обучающихся в 2024 г.

С учётом тарифа на холодную воду для школы в 2024 г. в размере 58,5 руб./м³ без НДС, экономия финансовых средств составит

$$\Xi = 37,96 \text{ тыс. руб.}$$

Стоимость одной двухпозиционной сливной арматуры составляет примерно 2,0 тыс. руб., в школе установлено 22 бачка, суммарные затраты на закупку арматуры составят 44 тыс. руб. без НДС.

Тогда простой срок окупаемости мероприятия по установке двухпозиционной сливной арматуры составит

$$T_{\text{ок}} = 1,2 \text{ г.}$$

Фактическое годовое потребление холодной воды в школе превышает нормативные показатели водопотребления на 53 %.

Предлагается разработать организационно-технические мероприятия в школе по рациональному использованию холодной воды на хозяйственно-бытовые нужды. В данные мероприятия могут входить следующие задачи [13]:

- назначить ответственное лицо в школе, которое должно вести контроль над рациональным использованием воды в учреждении;
- провести ремонт, ревизию сантехнического оборудования (смывные бачки, водоразборные краны, душевые лейки);
- установить отключающие устройства (запорные краны, вентили) на сантехническом оборудовании для отключения приборов в нерабочее время, выходные и праздничные дни;

- производить контроль и своевременную ликвидацию утечек воды в трубопроводах, арматуре;
- проводить наглядную агитацию по экономии воды в местах водопользования;
- актуализировать вопросы экономии воды с учащимися и персоналом школы на проводимых собраниях, семинарах.

Внедрение указанных организационно-технических мероприятий позволит снизить сверхнормативное потребление холодной воды на 10 % [14].

Годовая экономия по холодной воде составит 152,6 м³/г. С учётом тарифа на водоснабжение и водоотведение для колледжа в 2024 г. экономия финансовых средств составит

$$\Xi = 152,6 \times 58,5 = 8,92 \text{ тыс. руб.}$$

Установка сенсорных кранов на раковинах в помещениях колледжа представляет собой современный подход к обеспечению санитарно-гигиенических условий и значительной экономии водных ресурсов [15].

Сенсорные краны обеспечивают значительное снижение расхода воды за счёт автоматической регулировки интенсивности и продолжительности подачи жидкости. Они снижают потребление воды на 40–60 % по сравнению с традиционными устройствами. Кроме того, это снижает нагрузку на канализационную систему и уменьшает износ арматуры.

Экономия водных ресурсов оказывает позитивное влияние на окружающую среду. Даже небольшие показатели экономии становятся значительным результатом в большом учреждении, а совокупный эффект снижает нагрузку на водные ресурсы планеты, способствуя защите окружающей среды.

Одним из очевидных преимуществ использования сенсорных кранов является исключение прямого контакта рук с поверхностью смесителя. Это предотвращает распространение патогенных микроорганизмов и инфекций, которые распространяются при касании грязных поверхностей руками.

Годовая экономия по холодной воде составит 913,1 м³/г. С учётом тарифа на водоснабжение и водоотведение для колледжа в 2024 г. экономия финансовых средств составит

$$\Xi = 913,1 \times 58,5 = 53,42 \text{ тыс. руб.}$$

Внедрение сенсорных кранов в учебном заведении представляет собой эффективное средство оптимизации ресурсопотребления, улучшения санитарно-гигиенических условий и профилактики заболеваемости среди учащегося контингента и преподавательского состава. Данное мероприятие должно являться неотъемлемой составляющей комплексной стратегии модернизации инженерно-технического оснащения образовательного учреждения, обеспечивая как непосредственную экономическую выгоду, так и укрепление санитарно-противоэпидемического режима.

Литература

1. Максимчук О.В., Першина Т.А. Энергетический менеджмент. Волгоград, 2017.
2. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений

- в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ (последняя редакция).
3. Приказ Минэкономразвития России от 17 февраля 2010 года № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий

в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

4. 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.
5. 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 Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2024. С. 444–447.
6. Захаров А.С., Орлов А.К. Технология «Умный дом» как энергосберегающая технология будущего // Экономика и предпринимательство. 2018. № 5 (94). С. 1166–1169.
7. СП 30.13330.2020 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий».
8. Лепеш Г.В. Типовые энергосберегающие мероприятия в зданиях и сооружениях // Энергосбережение в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений. Санкт-Петербург, 2014. С. 197–433.
9. 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.
10. 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.
11. 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. Мат-лы XII Междунар. студенческой науч.-практ. конф. Мат-лы V межвузовской студенческой науч.-практ. конф. Под ред. А.О. Мартыновой. 2019. С. 33–35.
12. Главатский И.А. Технология строительства энергосберегающих зданий // В сборнике: Строительство и архитектура – 2015. Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. ФГБОУ ВПО «Ростовский государственный строительный университет», Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона. 2015. С. 153–154.
13. Федяев П.А., Федяев А.А., Гончарова Н.А. Энергетический менеджмент коммунального ресурса и светопрозрачных ограждений из древесины в городской гимназии // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2025. № 2 (60). С. 63–71.
14. Федяев П.А., Федяев А.А., Гончарова Н.А. Энергетический менеджмент системы теплопотребления целлюлозно-бумажного колледжа // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2025. № 3 (61). С. 53–61.
15. Хакназаров Р., Амичба Н.З. Технология «Умный дом» как энергосберегающая технология будущего // В сборнике: Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. сборник статей XXVIII Международной научно-практической конференции. 2019. С. 62–64. Захаров А.С., Орлов А.К. Технология «Умный дом» как энергосберегающая технология будущего // Экономика и предпринимательство. 2018. № 5 (94). С. 1166–1169.
- Acts of the Russian Federation" dated 11/23/2009 № 261-FZ (latest edition).
3. 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".
4. 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. № 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.
6. Zakharov A.S., Orlov A.K. Smart Home Technology as an Energy-Saving Technology of the Future // Economics and Entrepreneurship. 2018. No. 5 (94). Pp. 1166–1169.
7. SP 30.13330.2020 "SNiP 2.04.01-85* Internal Water Supply and Sewerage of Buildings".
8. Lepesh G.V. Typical energy-saving measures in buildings and structures // In the book: Energy Saving in Building and Structure Life Support Systems. St. Petersburg, 2014. Pp. 197–433.
9. Mishchenko E.S., Mozerova L.A. From energy-saving technologies in construction to technologies of minimum energy consumption // Issues of Modern Science and Practice. Vernadsky University. 2016. No. 1 (59). P. 213.
10. 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.
11. Lipatov M.S., Martynova A.O. The application of energy conservation technologies in the lighting system of university buildings. 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.
12. 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 Construction University, Union of Builders of the Southern Federal District, Association of Builders of the Don. 2015. Pp. 153–154.
13. Fedyaev P.A., Fedyaev A.A., Goncharova N.A. Energy Management of Municipal Resources and Translucent Wood Fences in a City Gymnasium // Problems of Social and Economic Development of Siberia. 2025. No. 2 (60). Pp. 63–71.
14. Fedyaev P.A., Fedyaev A.A., Goncharova N.A. Energy Management of the Heat Consumption System of a Pulp and Paper College // Problems of Social and Economic Development of Siberia. 2025. No. 3 (61). Pp. 53–61.
15. Khaknazarov R., Amichba N.Z. Smart Home Technology as an Energy-Saving Technology of the Future // In the collection: MODERN TECHNOLOGIES: ACTUAL ISSUES, ACHIEVEMENTS, AND INNOVATIONS. Collection of articles from the XXVIII International Scientific and Practical Conference. 2019. Pp. 62–64. Zakharov A.S., Orlov A.K. Smart Home Technology as an Energy-Saving Technology of the Future // Economics and Entrepreneurship. 2018. No. 5 (94). Pp. 1166–1169.

References

1. Maksimchuk O.V., Pershina T.A. Energy management. Volgograd, 2017.
2. Federal Law "On Energy Conservation and Improvement of Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative